

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-056873

(43)Date of publication of application : 22.02.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/06  
C01B 3/38  
H01M 8/04  
H01M 8/10

(21)Application number : 2000-243094

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 10.08.2000

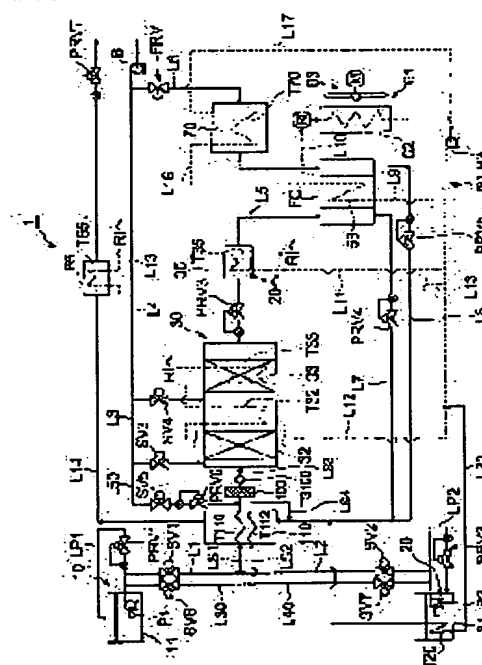
(72)Inventor : OMOTO SETSUO  
KONDO MASAMI  
FUJIKAWA KEIJI

## (54) FUEL CELL DEVICE AND METHOD OF OPERATING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell device having the high load responsiveness and capable of stably progressing the steam reform reaction at a predetermined temperature even if the quantity of the fuel to be supplied to a reformer is fluctuated with a fluctuation of a load request to the fuel cell, and to provide a method of operating the fuel cell device.

**SOLUTION:** This fuel cell device 1 is provided with a fuel cell FC having an electrolyte membrane EM pinched by an anode A and a cathode C, a fuel supply means 10 for supplying the fuel to a reformer 30, a water supply means 20 for supplying water to the reformer, an evaporation unit 110 for evaporating the fuel and the water, and a temperature raising unit 100 having a combustion catalyst and burning a part of the fuel in the mixture gas of the fuel and water flowing out of the evaporation unit by using the combustion gas containing oxygen to raise the temperature of the mixture gas of the fuel and water to a temperature appropriate for the progress of the steam reform reaction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] While supplying the anode reaction gas which was equipped with the fuel cell which has the polyelectrolyte pinched by the anode and the cathode, and was generated by the reformer to said anode In the fuel cell equipment which supplies cathode reaction gas to said cathode, is made to carry out electrochemical reaction with said anode and said cathode, respectively, and generates power A fluid supply means for reforming to supply the fluid for reforming containing a fuel and water to said reformer, The evaporator which it is prepared [ evaporator ] on the gas line which connects said fluid supply means for reforming and said reformer, and evaporates said fluid for reforming, It is prepared on the gas line which connects said evaporator and said reformer. And the temperature up section which carries out the temperature up of the fluid for reforming concerned even to the temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction by burning said some of fuels in said fluid for reforming which flows out of said evaporator using the gas for combustion which has the combustion catalyst and contains oxygen, Fuel cell equipment characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 2] The quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion established on the gas line which connects a gas supply means for combustion to supply said gas for combustion to said temperature up section, and said temperature up section and said gas supply means for combustion, A fluid thermometry means for reforming to measure the temperature of said fluid for reforming which is prepared on the gas line which connects said temperature up section and said reformer, and flows out of said temperature up section, Fuel cell equipment according to claim 1 characterized by having further the control means which controls said quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion based on the temperature of said fluid for reforming measured by said fluid thermometry means for reforming.

[Claim 3] The reforming section in which said reformer generates the reformed gas which contains hydrogen and a carbon monoxide from said fluid for reforming by the steam-reforming reaction, The selective oxidation section which introduces said reformed gas and the gas for selective oxidation containing oxygen, and carries out selective oxidation of the carbon monoxide in the reformed gas concerned, A gas supply means for selective oxidation to supply said gas for selective oxidation to said selective oxidation section, The quantity-of-gas-flow adjustment means for selective oxidation formed in the gas line which connects said selective oxidation section and said gas supply means for selective oxidation, It has a reforming section thermometry means to measure the internal temperature of the reforming section concerned prepared in said reforming section. Said control means Fuel cell equipment according to claim 2 characterized by controlling further said quantity-of-gas-flow adjustment means for selective oxidation based on the internal temperature of said reforming section measured by said reforming section thermometry means.

[Claim 4] A gas supply means for partial oxidation to supply the gas for partial oxidation containing the oxygen for carrying out partial oxidation of said fuel in said reforming section, It has further the quantity-of-gas-flow adjustment means for partial oxidation established on the gas line which connects said reforming section and said gas supply means for partial oxidation. Said control means The fuel reformer according to claim 3 characterized by controlling further said quantity-of-gas-flow adjustment means for partial oxidation based on the internal temperature of said reforming section measured by said reforming section thermometry means.

[Claim 5] the pressure of the fluid in the outlet of said quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion -- abbreviation -- the pressure-regulation means which keeps constant -- further -- having -- said gas-supply means for combustion -- said quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion -- abbreviation -- the fuel cell equipment according to claim 3 or 4 characterized by being able to supply said

gas for combustion by the fixed pressure, and said quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion opening and closing intermittently the gas line which connects said temperature-up section and said gas-supply means for combustion.

[Claim 6] the moving core attached in the valve element which opens and closes the passage where said quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion was formed in the valve body, and said moving core -- a wrap -- the electromagnetism arranged like -- the fuel cell equipment according to claim 5 characterized by being a solenoid valve equipped with a coil.

[Claim 7] It has further a pulse generating means to generate the pulse for impressing driver voltage to a coil intermittently. said electromagnetism -- said control means Based on the temperature of said fluid for reforming measured by said fluid thermometry means for reforming, the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of said quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion are defined. Fuel cell equipment according to claim 6 characterized by making said pulse generating means generate the pulse according to the opening-of-traffic time amount concerned and closedown time amount.

[Claim 8] It has the fuel cell which has the polyelectrolyte pinched by the anode and the cathode. While supplying the anode reaction gas generated by the reformer to said anode, cathode reaction gas is supplied to said cathode from a cathode reaction gas supply means. In the operating method of fuel cell equipment which carries out electrochemical reaction with said anode and said cathode, respectively, and generates power On the gas line which connects the evaporator which evaporates the fluid for reforming containing the fuel supplied to said reformer, and water, and said reformer Prepare the temperature up section which has a combustion catalyst, and the temperature up of the fluid for reforming concerned is carried out by burning said some of fuels in said fluid for reforming which flows out of said evaporator using the gas for combustion containing oxygen. The operating method of the fuel cell equipment characterized by making internal temperature of said reformer into the temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction.

[Claim 9] The operating method of the fuel cell equipment according to claim 8 characterized by setting up the amount of said gas for combustion which measures the temperature of said fluid for reforming which circulates the inside of the gas line which connects said temperature up section and said reformer, and is supplied to said temperature up section based on the temperature concerned.

[Claim 10] The operating method of the fuel cell equipment according to claim 9 characterized by setting up the rate of the supply duration of said gas for combustion and supply interruption time amount which supply the inside of the gas line which connects said temperature up section and said reformer to said temperature up section based on the temperature of the circulating fluid for reforming.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** Especially this invention relates to the fuel cell equipment made to generate power with the fuel cell which has the polyelectrolyte pinched by the anode and the cathode, and its operating method about fuel cell equipment and its operating method.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** The fuel cell which has from the former the electrolyte pinched by the anode and the cathode is known. this kind of fuel cell has high generating efficiency in a low-temperature operating space especially from a certain thing for which the electrical energy generated according to the electrochemical reaction using the fuel gas (anode reaction gas) and the gas for oxidation (cathode reaction gas) as an electrode active material is taken out direct picking. Therefore, according to the fuel cell equipment as a generation-of-electrical-energy unit equipped with the fuel cell, recovery of the heat energy which becomes possible [ attaining high total energy efficiency ] as compared with the heat engine which receives constraint of the Carnot efficiency, and is generated in connection with electrochemical reaction is also easy.

**[0003]** As the electrode active material and electrolyte of a fuel cell, it is common to use hydrogen, oxygen, and a proton conductivity electrolyte, in an anode, in a cathode, the electrode reaction shown, respectively advances at following (1) ceremony, all the cell reactions shown in (3) types as a whole advance at it, and electromotive force occurs at it in this case at (2) types.

$$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^{++} + 2\text{e}^- \quad \text{-- (1)}$$
$$(1/2) \text{O}_2 + 2\text{H}^{++} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} \quad \text{-- (2)}$$
$$\text{H}_2 + (1/2) \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \quad \text{-- (3)}$$

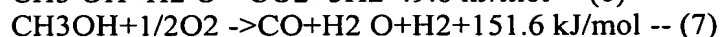
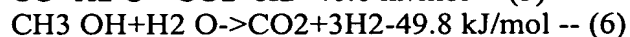
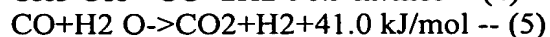
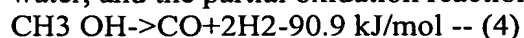
**[0004]** Although the fuel cell which generates power according to such electrochemical reaction is classified according to an electrode active material, an electrolyte, operating temperature, etc., since the formation of small lightweight is easy for the so-called polyelectrolyte mold fuel cell (PEFC) which used the polyelectrolyte as an electrolyte especially, the utilization as a power source of migration cars, such as an electric vehicle, or a small cogeneration system is expected. In a polyelectrolyte mold fuel cell, the cation exchange membrane (solid-state polyelectrolyte film) which has proton conductivity as an electrolyte is used. And the hydrogen content gas generated by carrying out steam reforming of a methanol or a hydrocarbon system Hara fuel called natural gas as fuel gas is used, and air is used as gas for oxidation.

**[0005]** Usually, rather than the operating temperature (for example, about 60-80 degrees C) of a polyelectrolyte mold fuel cell, since the steam-reforming reaction for obtaining fuel gas does not advance unless it is a hot temperature field (for example, about 250 degrees C), a original fuel cannot be supplied to a direct anode and internal reforming of it cannot be carried out. Therefore, a reformer is installed in the exterior of a fuel cell and it is made to generate in the reformer concerned.

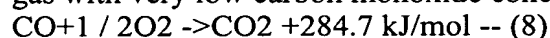
**[0006]** The usual reformer is considered as the configuration which has the reforming section which performs a steam-reforming reaction, and the selective oxidation section which introduces the reformed gas made to generate by the steam-reforming reaction, and oxidizes the carbon monoxide in the reformed gas concerned alternatively. For example, when carrying out steam reforming of the methanol as a fuel, a methanol and water are supplied to a reformer from a fuel tank and a water tank, respectively, and a steam-reforming reaction is made to perform in the reforming section first, if the generation reaction of the fuel gas in this reformer is explained. It is considering as the mixed gas which has the temperature (for example, about 250 degrees C) which heated the methanol and water which mixed them beforehand at this time before supplying a methanol and water to the reforming section of a reformer in order to advance the steam-

reforming reaction of the reforming section efficiently, installed the evaporator in the inlet port of a reformer further, and were mixed, and was suitable for the steam-reforming reaction. As a method of heating in this evaporator, the heating unit (heating and evaporator) equipped with the burner, the combustion catalyst, etc. is prepared in an evaporator, for example, and the method which the methanol (fuel) and water which are supplied to a reformer through a heat transfer wall are heated [ method ], and evaporates them is learned.

[0007] And the conversion reaction of the carbon monoxide shown by the decomposition reaction of the methanol in which a steam-reforming reaction is shown by the following (4) formulas, and (5) formulas is said to go on to coincidence, and the reaction of (6) types occurs as a whole. Usually, in order to fully advance the hydrogen generation reaction shown in (6) types, the water of an excessive amount is supplied to the reformer. Moreover, if needed, air or pure oxygen is made to mix in the mixed gas of a methanol and water, and the partial oxidation reaction of the methanol shown in the following (7) types may be advanced.



[0008] In the reformed gas generated by the steam-reforming reaction, a certain amount of carbon monoxide is contained so that clearly from the above-mentioned (4) - (7) type. If the reformed gas containing such a carbon monoxide is used for the system of reaction which supported the precious metal catalyst, introducing it into it directly, in the field where reaction temperature is comparatively low, a carbon monoxide will act as catalyst poison to a precious metal catalyst. Therefore, oxygen is supplied to reformed gas and the selective oxidation reaction of the carbon monoxide shown in the following (8) types is made to usually perform in the selective oxidation section in the temperature field (for example, about 120-200 degrees C) of mist or low temperature from a reforming reaction. Thereby, as compared with hydrogen concentration, fuel gas with very low carbon monoxide concentration is generated.



[0009] Here, when using fuel cell equipment as a power source of migration cars, such as an electric vehicle, or a small cogeneration system, to change the load demand to a fuel cell, it is necessary to change the amount of supply of the fuel gas supplied to a fuel cell to compensate for fluctuation of the load demand. That is, the amount of supply of the fuel and water which are supplied to a reformer to compensate for fluctuation of a load demand is changed, and when the amount of generation of fuel gas is made to increase when a load demand goes up, and a load demand falls, it is necessary to decrease the amount of generation of fuel gas. The reaction in the reforming section which showed the above-mentioned (4) - (8) type as an example as followed change of the amount of supply of a fuel and water at this time be fully advance, and it become important, when obtain the high load responsibility of fuel cell equipment, and the stable output to always obtain the fuel gas which have a desired gas presentation.

[0010] Since the presentation of the fuel gas generated by the reformer receives effect in the internal temperature of the reforming section of a reformer, and the internal temperature of the selective oxidation section greatly, when changing the amount of supply of a fuel and water according to fluctuation of a load demand, it becomes important to adjust so that it may be maintained at the temperature requirement which can obtain the fuel gas of a presentation of a request of the above [ the internal temperature of the reforming section and the internal temperature of the selective oxidation section ]. Especially the steam-reforming reaction in the reforming section needs to adjust appropriately the heating value supplied from this outside, when it is necessary to supply heat from the exterior and moreover changes a load demand, in order to continue advancing a reaction smoothly, since it is endothermic reaction as a whole.

[0011] Therefore, in case a fuel (methanol) and water are set and heated to a load effect in the heating unit (combustion section) of an evaporator at JP,2000-34101,A, the fuel cell equipment of a configuration of supplying the mixed gas of the fuel and water which were adjusted to predetermined temperature to a reformer is proposed by using the intact hydrogen in the exhaust gas discharged from a fuel cell as a heating fuel, and uniting and adjusting the amount of supply to a load effect. Moreover, in case a fuel (methanol) and water are set and heated to a load effect in the heating unit (combustion section) of an evaporator, the fuel cell equipment of a configuration of supplying the mixed gas of the fuel and water which were adjusted to predetermined temperature to a reformer is proposed by JP,2000-34102,A by uniting and adjusting one [ at least ] amount of supply of the heating fuel (methanol) supplied to a heating unit, and oxygen to a load effect. Furthermore, in the reforming circles of a reformer, the fuel cell equipment of a configuration of adjusting the calorific value of this reaction and the amount of endoergic of a steam-reforming reaction, and adjusting reforming circles to predetermined temperature is proposed by JP,2000-53403,A by adjusting the

amount of supply of the oxygen used for the partial oxidation reaction of the fuel (methanol) shown in (7) types in accordance with a load effect.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even if this invention persons were fuel cell equipment given in JP,2000-34102,A, in order that the temperature up and temperature decrease of a heat transfer wall of an evaporator might take them time amount, it may become difficult to fully acquire the exact responsibility over a rapid load effect, and they found out that it was not yet enough. [ of a heating unit ] Moreover, in fuel cell equipment given in JP,2000-34101,A, in addition to the problem of the responsibility at the time of the temperature up of the above-mentioned evaporator, and temperature decrease, it may become difficult for the amount of supply of the unreacted hydrogen gas to the heating unit of an evaporator to run short, and to fully acquire the exact responsibility over a rapid load effect, and this invention persons found out that it was not yet enough, when operating a fuel cell under the conditions of a high hydrogen utilization factor.

[0013] Furthermore, since the reforming section of a reformer has the comparatively big tooth space, in order that the temperature up and temperature decrease of gas of reforming circles may take this invention persons time amount also in fuel cell equipment given in JP,2000-53403,A, Since the installation location of the feed hopper of the oxygen which it may become difficult to fully acquire the exact responsibility over a rapid load effect, and is used for a partial oxidation reaction is limited and it becomes difficult to make temperature of reforming circles into homogeneity When the field which serves as an elevated temperature locally was generated, the reforming catalyst located in the field deteriorates, catalytic activity may be lost, and it found out that it was not yet enough.

[0014] Thus, if it becomes difficult to fully acquire the exact responsibility over fluctuation of the load demand to a fuel cell and the temperature of the reforming section of a reformer serves as low temperature from predetermined temperature, it will become difficult for the hydrogen concentration in the fuel gas generated in a reformer not to correspond to a load demand, but to obtain a desired output. Moreover, the carbon monoxide concentration in fuel gas may exceed the upper limit of tolerance in this case, poisoning of the electrode catalyst of the anode of a fuel cell may be carried out, and, finally a fuel cell may lapse into generation-of-electrical-energy impossible. On the other hand, if the temperature of the reforming section of a reformer serves as an elevated temperature from predetermined temperature, the reforming catalyst which is arranged at the reforming section in addition to the above-mentioned problem deteriorates, catalytic activity is lost, and, finally the whole equipment may lapse into actuation impossible.

[0015] Then, even if this invention fluctuates the amount of supply of the fuel supplied to a reformer with fluctuation of the load demand to a fuel cell, it aims at offering the high fuel cell equipment of the load responsibility which it can be stabilized [ responsibility ] and can advance a steam-reforming reaction under predetermined reaction temperature, and its operating method.

[0016]

[Means for Solving the Problem] While supplying to an anode the anode reaction gas which the fuel cell equipment by this invention was equipped with the fuel cell which has the polyelectrolyte pinched by the anode and the cathode, and was generated by the reformer In the fuel cell equipment which supplies cathode reaction gas to a cathode, is made to carry out electrochemical reaction with an anode and a cathode, respectively, and generates power A fluid supply means for reforming to supply the fluid for reforming containing a fuel and water to a reformer, The evaporator which it is prepared [ evaporator ] on the gas line which connects the fluid supply means for reforming, and a reformer, and evaporates the fluid for reforming, It is prepared on the gas line which connects an evaporator and a reformer, and has the combustion catalyst. It is characterized by having the temperature up section which carries out the temperature up of the fluid for reforming concerned even to the temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction by burning some fuels in the fluid for reforming which flows out of an evaporator using the gas for combustion containing oxygen.

[0017] In the temperature up section which has a combustion catalyst in the fuel cell equipment of this invention, by supplying the gas for combustion of the specified quantity to the temperature up section, some fuels in the fluid for reforming which flows out of an evaporator are burned on a combustion catalyst, and the direct temperature up of the fluid for reforming can be carried out, without making a heat transfer wall etc. intervene like the heating method in an evaporator. Therefore, it becomes possible to carry out the temperature up of the fluid for reforming even to desired temperature very quickly if needed.

[0018] Moreover, in the temperature up section, by intercepting the gas for combustion supplied to the temperature up section, the combustion reaction of the fuel in the fluid for reforming can be suspended

quickly, and the temperature up of the fluid for reforming can be stopped quickly. Therefore, for example, by setting up the heating conditions in the heating unit which has arranged the burner of an evaporator etc. so that it may become always lower than the temperature which was suitable for advance of a steam-reforming reaction in the temperature of the fluid for reforming which flows out of an evaporator or [ decreasing the amount of supply of the gas for combustion supplied to the latter temperature up section ] -- or by intercepting, it becomes possible to carry out temperature decrease of the fluid for reforming even to desired temperature very quickly if needed.

[0019] When the amount of supply of the fluid for reforming which the load demand to a fuel cell increases and is supplied to a reformer increases according to the fuel cell equipment of such a configuration, even if the heating conditions in the heating unit which has arranged the burner of an evaporator etc. cannot follow fluctuation of this load demand quickly and cannot heat the fluid for reforming quickly, in the latter temperature up section, a temperature up can be carried out even to desired temperature very quickly. Moreover, when the amount of supply of the fluid for reforming which the load demand to a fuel cell decreases and is supplied to a reformer decreases, Even if the heating conditions in the heating unit of an evaporator cannot follow fluctuation of this load demand quickly and cannot carry out temperature decrease of the fluid for reforming to it quickly For example, in the latter temperature up section, temperature decrease can be carried out even to desired temperature very quickly by setting up beforehand the heating conditions in the heating unit which has arranged the burner of an evaporator etc. as mentioned above.

[0020] Therefore, even if it changes the fuel cell equipment of this invention in the amount of supply of the fuel supplied to a reformer with fluctuation of a load demand, it has the high load responsibility which it can be stabilized [ responsibility ] and can advance a steam-reforming reaction under predetermined reaction temperature.

[0021] In addition, although especially the class of combustion catalyst arranged at the temperature up section is not limited, when a fuel is used as a methanol, the catalyst (Pt/aluminum 2O3) which carried out specified quantity support of the Pt may be used for aluminum 2O3, for example. And sufficient amount is set up supposing the case where the load demand to a fuel cell serves as max, the amount of the combustion catalyst arranged at the temperature up section taking into consideration the amount of the fuel consumed by the combustion reaction in the temperature up section. Thereby, even if the amount of supply of a fuel serves as max, supply of the mixed gas of the fuel of temperature and water which the combustion reaction was fully advanced in the temperature up section, and fitted advance of a steam-reforming reaction to a reformer can always be enabled.

[0022] Here, in this invention, the temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction shows the temperature which can demonstrate continuously sufficient catalytic activity over a steam-reforming reaction, without the reforming catalyst arranged at a reformer deteriorating. The temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction has a suitable temperature requirement according to the class of catalyst to be used, and the predetermined temperature in this temperature requirement is chosen according to the amount of supply of the mixed gas of the fuel and water which are the fluid for reforming supplied to a reformer. For example, when using the reforming catalyst of a Cu-Zn system, the temperature which was suitable for advance of a predetermined steam-reforming reaction from the 200 degrees C - 300 degrees C temperature requirement is chosen, for example. For example, if put on the temperature field to which the reforming catalyst of a Cu-Zn system exceeds 300 degrees C in this case, the inclination to deteriorate and for catalytic activity to be lost will become large. On the other hand, if the reforming catalyst of a Cu-Zn system is put on a less than 200-degree C temperature field, it will become difficult to fully go on a steam-reforming reaction.

[0023] Moreover, a gas supply means for combustion to supply the gas for combustion to the temperature up section in the fuel cell equipment of this invention, The quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion established on the gas line which connects the temperature up section and the gas supply means for combustion, A fluid thermometry means for reforming to measure the temperature of the fluid for reforming which is prepared on the gas line which connects the temperature up section and a reformer, and flows out of the temperature up section, It is desirable to have further the control means which controls the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion based on the temperature of the fluid for reforming measured by the fluid thermometry means for reforming.

[0024] Even if it changes the amount of supply of the fluid for reforming which the load demand to such a configuration, then a fuel cell is changed, and is supplied to a reformer, the temperature of the fluid for reforming which flows out of the temperature up section can be adjusted to the temperature which was more certainly suitable for advance of a steam-reforming reaction. For example, the data which determine the



amount of supply of the gas for combustion supplied to the temperature up section from the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion from the temperature of the fluid for reforming measured by the fluid thermometry means for reforming when changing the amount of supply of the fluid for reforming can also take the heating conditions of an evaporator into consideration, and can be beforehand grasped with theoretical count and experimental data. In addition, the amount of supply of the fluid for reforming supplied from the fluid supply means for reforming in connection with a load effect at this time considers the amount of the fuel consumed in the partial oxidation reaction of the temperature up section, and is set up.

[0025] Furthermore, the reforming section in which a reformer generates the reformed gas which contains hydrogen and a carbon monoxide from the fluid for reforming by the steam-reforming reaction in this case, The selective oxidation section which introduces reformed gas and the gas for selective oxidation containing oxygen, and carries out selective oxidation of the carbon monoxide in the reformed gas concerned, A gas supply means for selective oxidation to supply the gas for selective oxidation to the selective oxidation section, The quantity-of-gas-flow adjustment means for selective oxidation formed in the gas line which connects the selective oxidation section and the gas supply means for selective oxidation, It has a reforming section thermometry means to measure the internal temperature of the reforming section concerned prepared in the reforming section, and, as for a control means, it is desirable to control further the quantity-of-gas-flow adjustment means for selective oxidation based on the internal temperature of the reforming section measured by the reforming section thermometry means.

[0026] The concentration of the carbon monoxide in the mixed gas in the reforming section can be measured with a sufficient precision by measuring such a configuration, then the internal temperature of the reforming section. Furthermore, the amount of supply of the gas for selective oxidation supplied to the selective oxidation section can also be set up with a sufficient precision. It is possible to reduce the carbon monoxide contained in the reformed gas concerned with a sufficient precision even to a predetermined value, this fully controlling loss of the hydrogen in the reformed gas generated in the reforming section. Moreover, CO sensor may be further carried in the reforming section or the selective oxidation section if needed, and the concentration of a carbon monoxide may be measured.

[0027] In addition, it becomes possible by measuring the temperature of the reforming section of a reformer to grasp the carbon monoxide concentration in the fuel gas generated in a reformer in this way because it is the catalytic reaction to which each of steam-reforming reactions in a reformer and selective oxidation reactions advances on a metal catalyst. namely, the methanol supplied to a reformer and reforming, if the conditions (a presentation ratio, a flow rate, total pressure, etc.) of reactants, such as service water and air, and the conditions (a class, the amount of support, degree of dispersion, etc.) of a catalyst are set up (4) The component presentation of the mixed gas (reformed gas) which consists of the reactants (the fuel, H<sub>2</sub>O, air, etc.) and product (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> grade) at the time of the reaction shown by - (8) formula reaching a steady state is because the reaction temperature observed can determine mostly. In fact, since the conditions of a catalyst are decided by the reformer, if the conditions of a reactant are set up by grasping beforehand the above-mentioned reactant when reaching the steady state of the request which the carbon monoxide concentration in reformed gas becomes below threshold limit value, and the conditions of reaction temperature with theoretical count and experimental data, it can check whether the carbon monoxide concentration in anode reaction gas has reached below threshold limit value by carrying out the monitor of the temperature in a reformer.

[0028] Moreover, it has further the quantity-of-gas-flow adjustment means for partial oxidation established on the gas line which connects a gas-supply means for partial oxidation supply the gas for partial oxidation containing the oxygen for carrying out partial oxidation of the fuel in the reforming section in this case, and the reforming section and the gas-supply means for partial oxidation, and, as for a control means, it is desirable to control further the quantity-of-gas-flow adjustment means for partial oxidation based on the internal temperature of the reforming section measured by the reforming section thermometry means.

[0029] Thus, the internal temperature of the reforming section can be adjusted with a sufficient precision with the temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction by using the partial oxidation reaction of the fuel in the reforming section in addition to the combustion reaction in the temperature up section.

[0030] furthermore, the pressure of a fluid [ in / in this case / the outlet of the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion ] -- abbreviation -- the pressure-regulation means kept constant -- further - - having -- the gas-supply means for combustion -- the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion -- abbreviation -- the gas for combustion can be supplied by the fixed pressure, and, as for the



quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion, it is desirable for the gas line which connects the temperature-up section and the gas-supply means for combustion to be opened and closed intermittently [0031] Under such a configuration, since the differential pressure between the inlet port of the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion and an outlet always serves as abbreviation regularity, a setup becomes it is accurate and possible from the differential pressure concerned and the opening-of-traffic time amount of the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion about the amount of the gas for combustion supplied to the temperature up section. Therefore, with this fuel cell equipment, it becomes possible to adjust the temperature of the fluid for reforming which flows out of the temperature up section with an optimal and sufficient precision only by carrying out closing motion control of the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion.

[0032] furthermore, the moving core attached in the valve element which opens and closes the passage where the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion was formed in the valve body in this case and a moving core -- a wrap -- the electromagnetism arranged like -- it is desirable in it being a solenoid valve equipped with a coil.

[0033] As for such a solenoid valve, it is possible to make it operate certainly by simple control that it can very manufacture in low cost and a compact. Therefore, if such a configuration is adopted, it can become possible about the whole fuel cell equipment cost cut-ization and to miniaturize, and supply of the gas for combustion can be stabilized.

[0034] moreover, this case -- electromagnetism -- it has further a pulse generating means generate the pulse for impressing driver voltage to a coil intermittently, and a control means is desirable in it being the thing which the opening-of-traffic time amount and the closedown time amount of the quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion define [ thing ] based on the temperature of the fluid for reforming measured by the fluid thermometry means for reforming, and makes a pulse generating means generate the pulse according to the opening-of-traffic time amount concerned and closedown time amount

[0035] If such a configuration is adopted, precision can improve very certainly the solenoid valve as a quantity-of-gas-flow adjustment means for combustion closing motion control. This becomes possible to adjust the amount of supply of the gas for combustion with a very sufficient precision.

[0036] Moreover, the operating method of the fuel cell equipment by this invention It has the fuel cell which has the polyelectrolyte pinched by the anode and the cathode. While supplying the anode reaction gas generated by the reformer to an anode, cathode reaction gas is supplied to a cathode from a cathode reaction gas supply means. In the operating method of fuel cell equipment which carries out electrochemical reaction with an anode and a cathode, respectively, and generates power On the gas line which connects the evaporator which evaporates the fluid for reforming containing the fuel supplied to a reformer, and water, and a reformer It is characterized by preparing the temperature up section which has a combustion catalyst, carrying out the temperature up of the fluid for reforming concerned by burning some fuels in the fluid for reforming which flows out of an evaporator using the gas for combustion containing oxygen, and making internal temperature of a reformer into the temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction. [0037] Moreover, it is desirable to measure the temperature of the fluid for reforming which circulates the inside of the gas line which connects the temperature up section and a reformer in this case, and to set up the amount of the gas for combustion supplied to the temperature up section based on the temperature concerned.

[0038] Furthermore, it is desirable to set up the rate of the supply duration of the gas for combustion and supply interruption time amount which supply the inside of the gas line which connects the temperature up section and a reformer in this case to the temperature up section based on the temperature of the circulating fluid for reforming.

[0039]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the suitable operation gestalt of the operating method of the fuel cell equipment by this invention and fuel cell equipment is explained to a detail, referring to a drawing.

[0040] Drawing 1 is the schematic diagram showing the fuel cell equipment by this invention. If the fuel cell equipment 1 shown in this drawing is adopted as a power source of a migration car or a small cogeneration system, it will be suitable and will be equipped with the fuel cell FC of a solid-state polyelectrolyte mold. This fuel cell FC generates electrical energy according to the electrochemical reaction using the fuel gas (anode reaction gas) containing hydrogen, and the air (cathode reaction gas) as gas for oxidation. In addition, it is also possible to equip fuel cell equipment 1 with a direct methanol mold fuel cell (DMFC).

[0041] As shown in drawing 1, fuel cell equipment 1 is equipped with the fuel feed zone 10 for generating fuel gas, the water feed zone 20, an evaporator 110, the temperature up section 100, and a reformer 30. The

fuel feed zone 10 as a fluid supply means for reforming has the fuel tank 11 which stores the methanol for generating fuel gas. The fuel pump P1 is arranged in the fuel tank 11, and the end of pressure regulation Rhine LP 1 is connected to the delivery of a fuel pump P1. Pressure regulation Rhine LP 1 has a pressure regulating valve PRV1 in halfway, and is drawn by the other end side in the fuel tank 11. A pressure regulating valve PRV1 maintains at a predetermined value the fluid pressure which is breathed out from a fuel pump P1 and circulates the inside of pressure regulation Rhine LP 1. In addition, the methanol used as a surplus is returned in a fuel tank 11 through pressure regulation Rhine LP 1 by the pressure regulation by the pressure regulating valve PRV1.

[0042] Moreover, from pressure regulation Rhine LP 1, fuel Rhine L1 and L30 has branched between the fuel pump P1 and the pressure regulating valve PRV1, respectively. Fuel Rhine L1 has a solenoid valve SV 1 in halfway, and is connected to fuel supply line LS1. Here, the fluid pressure in pressure regulation Rhine LP 1 between a fuel pump P1 and a pressure regulating valve PRV1 is kept constant by the pressure regulating valve PRV1 of the fuel feed zone 10. Therefore, the fluid pressure in fuel Rhine L1 in the upstream of a solenoid valve SV 1 becomes always fixed. It connects with the control unit 90 (refer to drawing 6) electrically, and this solenoid valve SV 1 is having the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of fuel Rhine L1 controlled. Consequently, the flow rate of the methanol supplied to a reformer 30 is adjusted according to the actuation situation of fuel cell equipment 1 from the fuel feed zone 10.

[0043] On the other hand, fuel Rhine L30 has a solenoid valve SV 6 in halfway, and is connected to fuel supply line LS2. And since the fluid pressure in pressure regulation Rhine LP 1 between a fuel pump P1 and a pressure regulating valve PRV1 is kept constant by the pressure regulating valve PRV1 of the fuel feed zone 10, the fluid pressure in fuel Rhine L30 in the upstream of a solenoid valve SV 6 becomes always fixed. This solenoid valve SV 6 is electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6), and the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of fuel Rhine L30 are controlled. Consequently, the flow rate of the methanol supplied to a reformer 30 is adjusted according to the actuation situation of fuel cell equipment 1 from the fuel feed zone 10.

[0044] Similarly, in case the water feed zone 20 as a fluid supply means for reforming reforms a fuel (methanol), it has the water tank 21 which stores the water used as a fluid for reforming. The water pump P2 is arranged in the water tank 21, and the end of pressure regulation Rhine LP 2 is connected to the delivery of a water pump P2. This pressure regulation Rhine LP 2 has a pressure regulating valve PRV2 in halfway, and that other end side is drawn in the water tank 21. A pressure regulating valve PRV2 maintains at a predetermined value the fluid pressure which is breathed out from a water pump P2 and circulates the inside of pressure regulation Rhine LP 2. In addition, the water used as a surplus is returned in a water tank 21 through pressure regulation Rhine LP 2 by the pressure regulation by the pressure regulating valve PRV2.

[0045] and between the water pump P2 from pressure regulation Rhine LP, and pressure regulating valves PRV2 -- setting -- reforming -- service water -- each has branched [ Rhine L2 and water Rhine L40 ]. reforming -- service water -- Rhine L2 has a solenoid valve SV 2 in halfway, and joins the connection of fuel Rhine L1 and fuel supply line LS1. Here, as mentioned above, the fluid pressure in pressure regulation Rhine LP 2 between a water pump P2 and a pressure regulating valve PRV2 is kept constant by the pressure regulating valve PRV2 of the water feed zone 20. therefore, reforming in the upstream of a solenoid valve SV 2 -- service water -- the fluid pressure in Rhine L2 becomes always fixed.

[0046] moreover, this solenoid valve SV 2 is electrically connected with a control unit 90 (refer to drawing 6) -- having -- \*\*\*\* -- reforming -- service water -- the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of Rhine L2 are controlled. consequently, reforming supplied to a reformer 30 from the water feed zone 20 -- the flow rate of service water is adjusted according to the actuation situation of fuel cell equipment 1. for example, reforming -- the flow rate of service water can adjust the partial pressure of CO which the steam-reforming reaction and selective reaction in a reformer 30 are advanced smoothly, and generates them within limits which can be controlled to predetermined within the limits Moreover, it is also possible to set up the humidification conditions of the polyelectrolyte film EM with which adjusts beforehand the steam partial pressure of the fuel gas generated by the reformer 30 within limits which become below the maximum vapor tension in the operating temperature of a fuel cell FC, for example, and the fuel cell FC is equipped.

[0047] Moreover, water Rhine L40 has a solenoid valve SV 7 in halfway, and joins the connection of fuel Rhine L1 and fuel supply line LS1. And since the fluid pressure in pressure regulation Rhine LP 2 between a water pump P2 and a pressure regulating valve PRV2 is kept constant by the pressure regulating valve PRV2 of the water feed zone 20, the fluid pressure in water Rhine L40 in the upstream of a solenoid valve

SV 7 becomes always fixed. This solenoid valve SV 7 is electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6 ), and the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of water Rhine L40 are controlled. Consequently, the flow rate of the methanol supplied to a reformer 30 is adjusted according to the actuation situation of fuel cell equipment 1 from the water feed zone 20.

[0048] pass fuel Rhine L1 from the fuel feed zone 10 -- reforming from the methanol supplied and the water feed zone 20 -- service water -- pass Rhine L2 -- reforming supplied -- service water is mixed in the unification section with fuel supply line LS1, and is supplied to an evaporator 110 through fuel supply line LS1. on the other hand, pass fuel Rhine L30 from the fuel feed zone 10 -- pass water Rhine L40 from the methanol supplied and the water feed zone 20 -- reforming supplied -- service water is mixed in the unification section with fuel supply line LS2, and is supplied in an evaporator 110 through fuel supply line LS2.

[0049] The evaporator 110 consists of the heat exchange section which has heat exchanger tubes T110 and T112, and a heating unit equipped with the burner which is not illustrated. And fuel supply line LS1 is connected to the heat exchanger tube T110 of the heat exchange section, and fuel supply line LS2 is connected to the heat exchanger tube T112.

[0050] The water methanol mixed liquor supplied from fuel supply line LS1 is heated through the heat transfer wall of the heat exchanger tube T110 of the heat exchange section by the heat which the burner of a heating unit generates, and serves as water methanol mixed gas. And by the evaporator 110, evaporation and the water methanol mixed gas which carried out the temperature up turn to a reformer 30 the inside of fuel supply line LS3 connected to the outlet of a heat exchanger tube T110, and advances. On the other hand, the preheating of the water methanol mixed liquor supplied through fuel supply line LS2 from the fuel feed zone 10 and the water feed zone 20 is carried out into the heat exchanger tube T112 of the heat exchange section, it is carried out evaporation and a temperature up, and serves as water methanol mixed gas. next, exhaust gas Rhine L14 of fuel supply line LS4 and a fuel cell FC where water methanol mixed gas was connected to the outlet of a heat exchanger tube T112 -- \*\* -- it is led to the unification section and mixed with the exhaust gas in exhaust gas Rhine L14. And this water methanol mixed gas is led to the heating unit of an evaporator 110 with the exhaust gas of a fuel cell FC, and is used as a fuel for a burner in a heating unit. The burner of an evaporator 110 is equipped with the combustion catalyst, and the inflammable component and oxygen in the mixed gas of the water methanol mixed gas which flows from exhaust gas Rhine L14, and the exhaust gas of a fuel cell FC cause a combustion reaction.

[0051] The temperature up section 100 for carrying out the temperature up of the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of an evaporator 110 even to the temperature suitable for advance of the steam-reforming reaction in a reformer is arranged at the halfway of fuel supply line LS3 which connects an evaporator 110 and a reformer 30. And temperature sensor TS100 for measuring the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of the temperature up section 100 is formed in fuel supply line LS3 which connects the temperature up section 100 and a reformer 30. Furthermore, air Rhine L50 which has the solenoid valve SV 5 which functions on halfway as a gas supply means for combustion is connected to fuel supply line LS3 which connects this temperature up section 100 and evaporator 110, and the air as gas for combustion is supplied to the water methanol mixed gas which flows out of an evaporator 110 in the unification section with fuel supply line LS3 if needed through air Rhine L50. Thus, in the temperature up section 100, the air of the specified quantity is mixed and supplied at water methanol mixed gas if needed.

[0052] The porous body (not shown) of the shape of a honeycomb made to \*\*\*\* the combustion catalyst to which the interior of the temperature up section 100 is made to carry out the combustion reaction of some methanols in the water methanol mixed gas which flows from an evaporator 110, and the oxygen contained in air is arranged. that to which especially the class of this combustion catalyst is limited -- it is not -- for example, an alumina (aluminum 2O3) -- platinum -- less than [ 1wt% ] -- the catalyst of the shape of a particle made to support is used. for example, aluminum 2O3 -- platinum -- 0.2wt(s)% -- the combustion catalyst made to support has sufficient activity to combustion of a methanol. If the water methanol mixed gas with which air was mixed flows into the temperature up section 100 and it passes through the front face of the oxidation catalyst concerned with a solenoid valve SV 5, on a combustion catalyst, a combustion reaction occurs between some methanols in water methanol mixed gas, and the oxygen contained in air, temperature up accommodation will be carried out to the predetermined temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction, and water methanol mixed gas will flow out of the temperature up section 100. The optimal temperature is determined as the predetermined temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction by a class of fuel to be used, a class of combustion catalyst arranged at the temperature

up section 100, a class, activity temperature, etc. of the reforming catalyst arranged in the activity temperature and a reformer 30 by experimental data, theoretical count, etc. For example, when using a methanol as a fuel, it is desirable to consider as 240 degrees C - 260 degrees C.

[0053] Moreover, temperature sensor TS100 is for the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of the temperature up section 100 to measure whether it is the temperature to which the steam-reforming reaction in the reforming section 32 was suitable for going on by the predetermined steady state. And temperature sensor TS100 is electrically connected with the control unit 90 (R> drawing 6 6 reference), and the data of the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of the temperature up section 100 measured by temperature sensor TS100 are outputted and processed by the control unit 90. In addition, as temperature sensor TS32, an usable thermocouple etc. is used under the service condition of a measurement temperature field, an installation location, etc. Furthermore, the solenoid valve SV 5 is electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6 ), and the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of air Rhine L50 are controlled based on the data of the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of the temperature up section 100 measured by temperature sensor TS100. And as a result, the flow rate of the air supplied to the temperature up section 100 is adjusted according to the actuation situation of fuel cell equipment 1.

[0054] Furthermore, the pressure regulating valve PRV6 which functions as being located in air Rhine L50 of the outlet side of a solenoid valve SV 5 near the solenoid valve SV 5 as a pressure regulation means is arranged. This pressure regulating valve PRV6 always maintains the pressure of the air in the outlet of a solenoid valve SV 5 to a predetermined value. Thereby, the pressure of the air supplied to air Rhine L50 from a solenoid valve SV 5 can always be kept constant.

[0055] In this temperature up section 100, by supplying the air which is gas for combustion of the specified quantity from a solenoid valve SV 5 based on the measured value of temperature sensor TS100, some methanols in the water methanol mixed gas which flows out of an evaporator 110 are burned on a combustion catalyst, and the temperature up of the water methanol mixed gas can be carried out directly and promptly, without making a heat transfer wall etc. intervene like the heating method in the heating unit of an evaporator 110. Therefore, the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of an evaporator 110 becomes possible [ carrying out the temperature up of the steam-reforming reaction even to desired temperature very quickly if needed, even when lower than the desired temperature which can fully advance ].

[0056] Moreover, in the temperature up section 100, by intercepting the air for combustion supplied from a solenoid valve SV 5, the combustion reaction of the fuel in water methanol mixed gas can be suspended quickly, and the temperature up of water methanol mixed gas can be stopped quickly. Therefore, for example, by setting up the heating conditions in the heating unit of an evaporator 110 so that it may become always lower than the temperature which was suitable for advance of a steam-reforming reaction in the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of an evaporator 110 or [ decreasing the amount of supply of the gas for combustion supplied to the latter temperature up section 100 from a solenoid valve SV 5 ] -- or by intercepting, it becomes possible to carry out temperature decrease of the water methanol mixed gas even to desired temperature very quickly if needed.

[0057] When the amount of supply of the water methanol mixed gas which the load demand to a fuel cell FC increases rapidly, and supplies to a reformer 30 increases according to such a configuration, even if the heating conditions in the heating unit of an evaporator 110 cannot follow fluctuation of this load demand quickly and cannot heat water methanol mixed gas quickly, in the latter temperature up section 100, a temperature up can be carried out even to desired temperature very quickly. Moreover, when the amount of supply of the water methanol mixed gas which the load demand to a fuel cell FC decreases, and is supplied to a reformer 30 decreases, Even if the heating conditions in the heating unit of an evaporator 110 cannot follow fluctuation of this load demand quickly and cannot carry out temperature decrease of the water methanol mixed gas to it quickly For example, by setting up beforehand the heating conditions in the heating unit of an evaporator 110 so that it may become always lower than the temperature which was always suitable for advance of a steam-reforming reaction as mentioned above Finally temperature management of the water methanol mixed gas supplied reformer 30 can be performed in the temperature up section 100, and temperature decrease can be carried out even to desired temperature very quickly.

[0058] reforming to which the methanol with which a reformer 30 is supplied from the fuel feed zone 10 is supplied from the water feed zone 20 -- the fuel gas which contains hydrogen by steam reforming using service water is generated. The reformer 30 consists of the reforming section 32 and the selective oxidation section 33.

[0059] Explanation of the generation process of the fuel gas in a reformer 30 supplies first the water methanol mixed gas which flows out of the temperature up section 100 to the reforming section 32. The porous body (not shown) of the shape of a honeycomb made to \*\*\*\* the multiple oxide catalyst of the shape of a particle with CH<sub>3</sub>OH and CO adsorption capacity in the interior of the reforming section 32 as a reforming catalyst is arranged. the reaction shown in the following (4), (5), and (6) types when the water methanol mixed gas which flowed into the reforming section 32 passed through the front face of the reforming catalyst concerned -- going on -- thereby -- hydrogen -- rich reformed gas is generated.

$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2 - 90.9 \text{ kJ/mol} \text{ -- (4)}$

$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 + 41.0 \text{ kJ/mol} \text{ -- (5)}$

$\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2 - 49.8 \text{ kJ/mol} \text{ -- (6)}$  [0060] Since the steam-reforming reaction shown in the above-mentioned (4) - (6) type is endothermic reaction as a whole, it needs to supply the heat for advancing a reaction in the reforming section 32. For this reason, as mentioned above, while the water methanol mixed gas by which the temperature up was carried out in the temperature up section 100 in this fuel cell equipment 1 accompanies heat, it is constituted so that it may flow into the reforming section 32. In addition, when advancing a steam-reforming reaction according to a Cu-Zn catalyst, the internal temperature of the reforming section 32 has a 240-300-degree C desirable temperature requirement.

[0061] Furthermore, air Rhine L3 which has a solenoid valve SV 3 is connected to halfway at this reforming section 32, and the air for reforming is supplied in the reforming section 32 if needed through air Rhine L3. When the air for reforming is supplied in the reforming section 32, in the reforming section 32, the reaction shown in the following (7) types advances between the methanol in the water methanol mixed gas which flows from the temperature up section 100, and the oxygen contained in the air for reforming. This solenoid valve SV 3 is electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6), and the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of air Rhine L3 are controlled. Consequently, the flow rate of the air for reforming supplied to the reforming section 32 is adjusted according to the actuation situation of fuel cell equipment 1.

$\text{CH}_3\text{OH} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + 151.6 \text{ kJ/mol} \text{ -- (7)}$

[0062] Thereby, it is further suppliable with the heat by endothermic reaction. Moreover, this reforming section 32 is equipped with temperature sensor TS32 (not shown) for measuring the temperature t32 in the reforming section 32. This temperature sensor TS32 is for carrying out the monitor of whether the steam-reforming reaction in the (4) reforming section 32 shown by - (7) is advancing by the predetermined steady state. And temperature sensor TS32 is electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6), and the data of the temperature t32 in the reforming section 32 measured by temperature sensor TS32 are outputted and processed by the control unit 90. In addition, as temperature sensor TS32, an usable thermocouple etc. is used under the service condition of a measurement temperature field, an installation location, etc.

[0063] Thus, the reformed gas generated in the reforming section 32 flows into the selective oxidation section 33 next. The porous body (not shown) made to \*\*\*\* CO selective oxidation catalysts, such as a metasilicate catalyst, is arranged at the selective oxidation section 33. Moreover, air Rhine L4 which has a solenoid valve SV 4 is connected to halfway at the selective oxidation section 33, and the air for CO oxidation is supplied through air Rhine L4 in the selective oxidation section 33. And if the reformed gas which flowed into the selective oxidation section 33 passes through the front face of the CO selective oxidation catalyst concerned, the air for CO oxidation supplied from air Rhine L4 will be used, and the selective oxidation reaction shown in the following (8) types will advance. This solenoid valve SV 4 is electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6), and the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of air Rhine L4 are controlled. Consequently, the flow rate of the air for CO oxidation supplied to the selective oxidation section 33 is adjusted according to the actuation situation of fuel cell equipment 1.

$\text{CO} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 284.7 \text{ kJ/mol} \text{ -- (8)}$

[0064] Only the carbon monoxide in the reformed gas generated in the reforming section 32 will oxidize alternatively by this, and the fuel gas with which carbon monoxide concentration was fully reduced will be generated in the selective oxidation section 33. And the fuel gas generated in the selective oxidation section 33 of a reformer 30 is supplied to a fuel cell FC through the fuel gas supply line L5.

[0065] Moreover, this selective oxidation section 33 is equipped with temperature sensor TS33 (not shown) for measuring the temperature t33 in the selective oxidation section 33. This temperature sensor TS33 is for carrying out the monitor of whether CO selective oxidation reaction in the selective oxidation section 33 shown in (8) types is advancing by the predetermined steady state. And temperature sensor TS33 is

electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6 ), and the data of the temperature t33 in the selective oxidation section 33 measured by temperature sensor TS33 are outputted and processed by the control unit 90. In addition, as temperature sensor TS33, an usable thermocouple etc. is used under the service condition of a measurement temperature field, an installation location, etc.

[0066] Furthermore, the pressure regulating valve PRV3 is arranged at this fuel gas supply line L5 so that it may be located near the reformer 30. This pressure regulating valve PRV3 always maintains the pressure of the fuel gas in the fuel gas supply line L5 in a reformer outlet to a predetermined value. Thereby, the pressure of fluids, such as water methanol mixed gas in an evaporator 110, the temperature up section 100, and the interior of a reformer 30 (the reforming section 32 and selective oxidation section 33) and reformed gas, can always be kept constant, controlling the cost rise of fuel cell equipment 1.

[0067] Moreover, the condenser 35 is arranged at the downstream of a pressure regulating valve PRV3. The fuel gas which flows out of a reformer 30 and circulates the fuel gas supply line L5 is cooled to near the operating temperature of a fuel cell FC in this condenser 35, although the temperature up is carried out according to the reaction temperature of the steam-reforming reaction which advances by the reformer 30. The steam contained in fuel gas is also cooled in connection with this, it condenses, and the steam partial pressure in fuel gas also falls below to the saturated water vapor pressure in the operating temperature of a fuel cell FC. Consequently, the situation which prevention of that the steam in fuel gas condenses within a fuel cell FC of is attained, and bars the inflow of fuel gas with the condensed water can be prevented. In addition, the water collected with the condenser 35 is returned in the water tank 21 of the water feed zone 20, and is reused by various applications.

[0068] Moreover, in adjusting beforehand so that the steam partial pressure of the fuel gas which controls solenoid valves SV1-SV7, and is generated by the reformer 30, for example may be made below into the maximum vapor tension in the operating temperature of a fuel cell FC, even if cooled to the operating temperature of a fuel cell FC in a condenser 35, the steam component does not condense the fuel gas which flows out of a reformer 30. In this case, it becomes possible to reduce the scale of a condenser 35 sharply. Moreover, the situation which prevention of that the steam in fuel gas condenses within a fuel cell FC of is attained, and bars the inflow of fuel gas with the condensed water can be prevented more effectively.

[0069] Furthermore, this condenser 35 is equipped with temperature sensor TS35 (not shown) for measuring the temperature t33 in a condenser 35. This temperature sensor TS35 is by measuring the temperature t33 in a condenser 35 for carrying out the monitor of whether the temperature of the fuel gas which flows out of a condenser 35 is cooled by even predetermined temperature (for example, operating temperature of a fuel cell FC). And temperature sensor TS35 is electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6 ), and the data of the temperature t35 in the condenser 35 measured by temperature sensor TS35 are outputted and processed by the control unit 90. In addition, as temperature sensor TS35, an usable thermocouple etc. is used under the service condition of a measurement temperature field, an installation location, etc.

[0070] On the other hand, as shown in drawing 1 , fuel cell equipment 1 is equipped with Blois B as a cathode reaction gas supply means to supply the air as cathode reaction gas to a fuel cell FC. It connects with the fuel cell FC at halfway through air supply Rhine L6 which has a mass air flow control valve FRV, and this Blois B inhales the air in atmospheric air, and to a predetermined pressure, it carries out a pressure up and it feeds it to a fuel cell FC. The air which it was compressed towards the fuel cell FC and carried out the temperature up to predetermined temperature (for example, about 120 degrees C) by this will be supplied.

[0071] Moreover, air Rhine L4 for supplying the air for reforming mentioned above to the selective oxidation section 33 has branched from air supply Rhine L6 connected to Blois B, and air Rhine L3 for supplying the air for reforming to the reforming section 32 has branched from this air Rhine L4. Furthermore, air Rhine L50 for supplying air to the temperature up section 100 has branched from this air Rhine L3. That is, Blois B functions also as a gas supply means for combustion for supplying air to the fluid supply means and the temperature up section 100 which supply the air for reforming to the reforming section 32 and the selective oxidation section 33 of a reformer 30. Since it becomes unnecessary to prepare separately a source of supply for this to supply the source of supply for supplying the air for reforming, and the air for combustion, miniaturization of the fuel cell equipment 1 whole can be attained.

[0072] Furthermore, the heat exchanger 70 is formed on air supply Rhine L6 which connects air inlet 47b connected with each cathode C of Blois B and a fuel cell FC. By this, the air fed from Blois B will flow into air inlet 47b of a fuel cell FC, after going via the interior of a heat exchanger 70. The heat exchanger 70 is constituted as a well-closed container. Moreover, the heat exchanger tube T70 is arranged in the heat exchanger 70. And from the cooling-medium return line L10 of a cooling system 60, cooling-medium Rhine



L16 has branched at the refrigerant inlet port Ri of a heat exchanger 62, and this cooling-medium Rhine L16 is connected to the fluid inlet port of a heat exchanger tube T70. A temperature up will be carried out to the predetermined temperature (for example, 60 degrees C - about 80 degrees C) which is made to cool stack 40 grade and reflects the internal temperature of a fuel cell by this, and the parts of the cooling water which flows out of cooling-medium outlet 49b of a fuel cell FC will not be returned to a radiator 61, but it will flow into the heat exchanger tube T70 arranged in the heat exchanger 70. The cooling-medium return line L17 is connected, and the cooling-medium return line L17 is returned to a pump P3, and is made the fluid outlet of the heat exchanger tube T70 arranged in a heat exchanger 70 cooling and recycling.

[0073] Since the heat exchanger tube T70 with which the cooling water which made the interior of a heat exchanger 70 cool a fuel cell FC circulates on the other hand is arranged, heat exchange of the air which carried out the temperature up will be carried out through the cooling medium and heat exchanger tube T70 which were made to cool a fuel cell FC and carried out the temperature up to predetermined temperature (for example, 60 degrees C - about 80 degrees C) to predetermined temperature (about 120 degrees C). By this, in the interior of a heat exchanger 70, it will be made to cool to near the operating temperature of a fuel cell FC (for example, 60 degrees C - about 80 degrees C), and the air which flows from Blois B will be supplied to each cathode C of a fuel cell FC. In addition, in humidifying the polyelectrolyte film from a cathode side, a steam component is made to accompany to air with the humidification means which is not illustrated, and it supplies each cathode C here. Moreover, when the temperature of the air which flows out of a heat exchanger 70 according to the heat exchange conditions in a heat exchanger 70 etc. becomes higher than the operating temperature of a fuel cell FC, a cooling means may be further installed if needed on air supply Rhine L6 which connects a heat exchanger 70 and a fuel cell FC.

[0074] Thus, a fuel cell FC will receive supply of fuel gas from a reformer 30, and will receive supply of air from Blois B. When this fuel cell FC is explained to a detail, a fuel cell FC has the stack 40 which carried out the laminating to the single cel UC (refer to drawing 3 ) by turns through the sealant which does not illustrate Separator SP (refer to drawing 4 ), as shown in drawing 2 . This stack 40 is pinched by anode collecting electrode plate 41a connected with the anode A of each \*\* cel UC, and cathode collecting electrode plate 41b connected with the cathode C of each \*\* cel UC, and the electric insulating plate 42 is arranged at the method of outside of anode collecting electrode plate 41a and cathode collecting electrode plate 41b.

[0075] Flanges 44a and 44b are arranged through the stack clamping plate 43 at the way outside each electric insulating plate 42. Each flanges 44a and 44b are firmly bound tight while being connected by membrannella 45. Thereby, a stack 40, anode collecting electrode plate 41a, cathode collecting electrode plate 41b, and electric insulating plate 42 grade are unified. In addition, each flanges 44a and 44b consist of pure material which has rib structure, and, thereby, the whole fuel cell FC is lightweight-ized. Moreover, between an electric insulating plate 42 and Flanges 44a and 44b, when the elastic bodies 46, such as a disk spring, are arranged, it can be desirable, and thereby, the temperature rise of a fuel cell FC and telescopic motion of the stack 40 by the temperature reduction can be absorbed.

[0076] Furthermore, a fuel cell FC has fuel gas inlet-port 47a which penetrates the upper left corner section of an electric insulating plate 42 located in the cathode collecting electrode plate 41b side, and the fuel gas supply line L5 connected with a reformer 30 is connected to this fuel gas inlet-port 47a. Moreover, a fuel cell FC has air inlet 47b (cathode reaction gas inlet) which penetrates the upper right corner section of an electric insulating plate 42 located in the cathode collecting electrode plate 41b side, and air supply Rhine L6 connected with Blois B is connected to this air inlet 47b. By this, fuel gas will flow into the anode A of each \*\* cel UC from fuel gas inlet-port 47a, and the air as gas for oxidation will flow into the cathode C of each \*\* cel UC from air inlet 47b.

[0077] Each \*\* cel UC makes an electrolyte membrane EM pinch with Anode A and Cathode C which are a gas diffusion electrode, as shown in drawing 3 . The electrolyte membrane EM is formed of solid-state polymeric materials, such as a fluorine polymer, and is ion exchange membrane which shows good ion conductivity under a damp or wet condition. The perfluorocarbon polymer which has the perfluorocarbon polymer which has a sulfonic group, polysulphone resin, a phosphonic acid radical, or a carboxylic-acid radical as solid-state polymeric materials which constitute the polyelectrolyte film PEM can be used. Nafion (Du Pont make) etc. is mentioned as goods.

[0078] On the other hand, the anode A which is a gas diffusion electrode, and Cathode C all consist of a gaseous diffusion layer and a reaction layer (catalyst bed) formed on the gaseous diffusion layer. Here, when a gaseous diffusion layer and a reaction layer are explained briefly, gaseous diffusion layers are smooth to a reaction layer side, and a thing which bears the role which makes the electron produced according to the



electrode reaction in a reaction layer emit to the exterior of the single cel UC about the fuel gas or air supplied for every \*\* cel UC while supplying homogeneity. What used fluororesin (for example, PTFE [polytetrafluoroethylene]) for the porous body (carbon paper which consists of a carbon fiber with this operation gestalt) which has electrical conductivity as a gaseous diffusion layer, for example, and gave water-repellent treatment is used.

[0079] Moreover, a reaction layer bears the role which the electrode reaction which shows in the above-mentioned (1) formula with an anode, and shows it in the above-mentioned (2) formula with a cathode, respectively advances. Increase-ization of a three phase interfacial area with the field (gaseous diffusion network) to which the field (electrolyte network), fuel gas, or air which this reaction layer becomes from the so-called three-dimensions-ization of a reaction site, i.e., a catalyst and an ion conductivity electrolyte, is supplied is attained. The frame which serves as a foundation by the catalyst support carbon black particle with big catalyst surface area is specifically formed, and a hydrophobic gaseous diffusion network is built by \*\*\*\*\* which a part of frame concerned is made to distribute water repellents, such as PTFE, and gives water-repellent treatment. And osmosis spreading etc. carries out the solution which made the organic solvent dissolve a polyelectrolyte in other parts of the above-mentioned frame, the front face of catalyst support carbon black is covered with a polyelectrolyte, and the electrolyte network of a hydrophilic property is built. It becomes possible to contact efficiently fuel gas or air, ion (proton), and a catalyst, and to advance each electrode reaction promptly by this.

[0080] Anode A and Cathode C which consist of such a gaseous diffusion layer and a reaction layer are manufactured according to the following procedures. First, the carbon black particle of a hydrophilic property, a hydrophobic carbon black particle, and PTFE are mixed into the organic solvent containing a surface active agent, with USHM (ultrasonic homogenizer), a bead mill, etc., distributed mixing is carried out and a paste-like slurry is prepared. Next, it is made to dry, after applying the slurry concerned so that thickness may become homogeneity on carbon \*\*-PA used as a gaseous diffusion layer. And it heat-treats by using an electric furnace or a hotpress for the carbon paper concerned, and while making PTFE in a slurry sinter, a reaction layer is formed by removing a surfactant. Furthermore, the solutions (for example, chloroplatinic acid water solution etc.) containing the metal salt which constitutes an electrode catalyst are applied to the front face of a reaction layer, and with an electric furnace etc., hydrogen reduction etc. is processed, after carrying out a pyrolysis, desiccation and. Thereby, Anode A and Cathode C are completed.

[0081] In this case, since the solution containing the metal salt which constitutes an electrode catalyst permeates the details in a reaction layer via the electrolyte network of a hydrophilic property and it goes, an electrode catalyst will be supported with high degree of dispersion in the reaction layer after performing hydrogen reduction processing etc. In addition, in order that the amount of catalyst support may be reduced or the gaseous diffusion network superior to hydrophobic one may build if needed, a catalyst support carbon black particle may be made to distribute the catalyst carbon black particle which is not supported [ which was beforehand covered with fluororesin ].

[0082] Moreover, it is also possible to make into a gaseous diffusion network the hydrophobic field which covers only with a polyelectrolyte and the polyelectrolyte itself has structurally, without giving water-repellent treatment to the frame which consists of a non-supported catalyst carbon black particle, in order to reduce the electric resistance of a reaction layer. Furthermore, Anode A and Cathode C may be constituted using carbon felt, the carbon cross which consists of a carbon fiber.

[0083] And the single cel UC is formed by joining the anode A which has the configuration mentioned above, and a cathode to the electrolyte membrane EM which consists of solid-state polymeric materials. After contacting the reaction layer of Anode A and Cathode C to an electrolyte membrane EM, specifically, the single cel UC is completed by heat-treating with an electric furnace, a hotpress, etc. In this case, in order to raise the adhesion in the plane of composition of Anode A and Cathode C, it is desirable, when it heat-treats after carrying out little spreading of the solution which made the organic solvent dissolve the film of a polyelectrolyte in the reaction layer front face of Anode A and Cathode C. Moreover, before joining Cathode C to Anode A, it is desirable, when it carries out carrying out oxidation removal of the impurity in an electrolyte membrane EM with the dilute solution of a hydrogen peroxide, and using the ion exchange group in an electrolyte membrane EM as proton form in a sulfuric-acid water solution after that etc. and activation of an electrolyte membrane is performed.

[0084] With the single cel UC constituted as mentioned above, as shown in drawing 3 , Anode A and Cathode C side is equipped at a time with one separator SP which constitutes a stack 40 to the single cel UC of one body, respectively. Separator SP is formed of conductive gas member which is not penetrated [ which compressed carbon and it presupposed gas un-penetrating ] like substantia-compacta carbon, and as shown

in drawing 4 (a) and drawing 4 (b), it presents the shape of rectangle sheet metal. Here, drawing 4 (a) is a \*\*\*\* top view from Cathode C side about the field (henceforth the "cathode contact surface") of the side which is a \*\*\*\* top view from Anode A side, and touches Cathode C in the field (henceforth the "anode contact surface") of the side which touches Anode A while on the rear face of front of Separator SP.

[0085] As shown in drawing 4 (a) and drawing 4 (b), the openings 50a, 50b, 51a, and 51b of the shape of a slot prolonged along with the side edge section are formed in the four corners of Separator SP. Moreover, two or more slots 52 crooked in the shape of S character are formed in the anode contact surface of Separator SP so that an end side may be open for free passage with opening 50a on drawing Nakamigi and an other end side may be open for free passage with opening 51a of the lower left in drawing. Furthermore, two or more slots 53 crooked in the shape of S character are formed in the cathode contact surface of Separator SP so that an end side may be open for free passage with opening 50b on drawing Nakamigi and an other end side may be open for free passage with opening 51b of the lower left in drawing.

[0086] Thus, if the laminating of many Separators SP and the single cels UC which were constituted is carried out and a stack 40 is constituted, each openings 50a, 50b, 51a, and 51b will form one passage, respectively. Moreover, each slot 52 formed in the anode contact surface of each separator SP forms the fuel gas passage 54 by the front face of the anode A of each \*\* cel UC (refer to drawing 3 ). Furthermore, each slot 53 formed in the cathode contact surface of each separator SP forms the airstream way 55 by the front face of the cathode C of each \*\* cel UC (refer to drawing 3 ). And the passage which opening 50a forms is opened for free passage with fuel gas inlet-port 47a, and the passage which opening 50b forms is opened for free passage with air inlet 47b.

[0087] Thereby, the fuel gas generated by the reformer 30 flows into the fuel gas passage 54 formed by each slot 52 of each separator SP, and the front face of Anode A through fuel gas inlet-port 47a and opening 50a of each separator SP. And if fuel gas circulates the fuel gas passage 54, the reaction shown in the above-mentioned (1) formula with each anode A will advance. Moreover, the air as gas for oxidation supplied from Blois B flows into the airstream way 55 formed by each slot 53 of each separator SP, and the front face of Cathode C through the passage which air inlet 47b and opening 50b of each separator SP form. And if air circulates the airstream way 55, the reaction shown in the above-mentioned (2) formula with each cathode C will advance. Consequently, all the cell reactions shown in the above-mentioned (3) formula in each \*\* cel UC advance, and electromotive force can be acquired from anode collecting electrode plate 41a of a fuel cell FC, and cathode collecting electrode plate 41b.

[0088] Moreover, with the separator SP of this fuel cell FC, the slot 52 which forms the fuel gas passage 54, and the slot 53 which forms the airstream way 55 are crooked in the shape of S character. Therefore, the fuel gas supplied to the anode A of each \*\* cel UC will turn the inside of the S character-like fuel gas passage 54 to opening 51a from opening 50a, will advance regularly, and will be consumed to the anode reaction site in the middle of the fuel gas passage 54. Similarly, the air supplied to the cathode C of each \*\* cel UC turns the S character-like airstream way 55 to opening 51b from opening 50b, advances regularly, and is consumed to the cathode reaction site in the middle of the airstream way 55.

[0089] Thereby, mutually, since it goes on regularly, it can control fuel gas and air effectively that uneven temperature distribution arise in each anode A and Cathode C with hard flow and the heat of reaction accompanying advance of electrode reaction. Consequently, within a fuel cell FC, the cathode electrode reaction indicated to be the anode electrode reaction shown above (1) to (2) will advance good. In addition, the fuel gas passage 54 and the airstream way 55 are not restricted to a S character-like thing, but they may form slots 52 and 53 in Cathode C so that the passage 54 and 55 of other gestalten may be formed.

[0090] The fuel gas which reacted with Anode A while circulating the fuel gas passage 54 serves as anode exhaust, and flows into the passage which opening 51a of each separator SP forms. The passage which opening 51a of each separator SP forms is connected to anode exhaust outlet 48a (refer to drawing 2 ) arranged under the air inlet 47b. Moreover, the air which reacted with Cathode C while circulating the airstream way 55 serves as cathode exhaust, and flows into the passage which opening 51b of each separator SP forms. The passage which opening 51b of each separator SP forms is connected to cathode exhaust outlet 48b (refer to drawing 2 ) arranged under the fuel gas inlet-port 47a.

[0091] Anode exhaust outlet 48a of a fuel cell FC is connected to anode exhaust Rhine L7 which has a pressure regulating valve PRV4 in halfway as shown in drawing 1 . And this anode exhaust Rhine L7 is connected to exhaust gas Rhine L14 connected to the burner of an evaporator 110. Similarly, cathode exhaust outlet 48b of a fuel cell FC is also connected to cathode exhaust Rhine L8 which has a pressure regulating valve PRV5 in halfway. And this cathode exhaust Rhine L8 is connected to exhaust gas Rhine L14 connected to the burner of an evaporator 110. Thus, the cathode exhaust generated with each cathode C

is reused as an oxidizer as a fuel in the burner with which the anode exhaust generated with each anode A of a fuel cell FC is formed in the evaporator 110.

[0092] Thus, by burning the hydrogen contained in the exhaust gas discharged from a fuel cell FC, the inflammable component of others of a minute amount, oxygen, etc., and using the heat of combustion for heating with a fuel and water in the heating unit of an evaporator 110 While being able to discharge exhaust gas to the equipment exterior as gas with the high safety which changed a part for unreacted inflammability into nonflammable components, such as water and a carbon dioxide, the hydrogen made to generate by the reformer can be used without futility. That is, the thermal-conversion effectiveness of fuel cell equipment can be raised more.

[0093] Here, a pressure regulating valve PRV4 maintains at a predetermined value the pressure of the anode exhaust which circulates anode exhaust Rhine L7 at the outlet of a fuel cell FC, and a pressure regulating valve PRV5 maintains at a predetermined value the pressure of the cathode exhaust which circulates cathode exhaust Rhine L8 at the outlet of a fuel cell FC. It can become possible for this to keep constant the fuel gas in the interior of the fluid pressure in the interior of a fuel cell FC, i.e., the passage which the openings 50a, 50b, 51a, and 51b of each separator SP form, and each fuel gas passage 54 and each airstream way 55, and the pressure of air, and a fuel cell FC can be operated with desired cell voltage.

[0094] Moreover, preheating Rhine L20 has branched from cathode exhaust Rhine L8 of the downstream of a pressure regulating valve PRV5. As shown in drawing 1, the heat exchanger tube T20 arranged in the water tank 21 of the water feed zone 20 is formed in the halfway. Heat exchange of the water currently stored in the water tank 21 will be carried out to the cathode exhaust discharged where a temperature up is carried out from a fuel cell FC through the heat exchanger tube T20 concerned. This becomes possible using the heat of cathode exhaust to heat beforehand the water in a water tank 21 (reforming service water and humidification service water) to predetermined temperature (for example, about 80 degrees C). Preheating Rhine L20 joins cathode exhaust Rhine L8 again before an evaporator 110, and the cathode exhaust which passed the water tank 21 of the water feed zone 20 as a heat source is reused as an oxidizer by the burner formed in the evaporator 110. In addition, a flow control valve is prepared on preheating Rhine L20 between the tee of cathode exhaust Rhine L8 and preheating Rhine L20, and a heat exchanger tube T20, this flow control valve may be further connected to a control unit 90 (refer to drawing 6) electrically, the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of preheating Rhine L20 may be controlled, and the flow rate of the cathode exhaust supplied to a heat exchanger tube T20 may be adjusted according to the actuation situation of fuel cell equipment 1.

[0095] although it generates heat, in order [ by which the cathode electrode reaction indicated to be the anode electrode reaction which shows above (1) the fuel cell FC constituted in this way on the other hand to (2) advances ] it is alike and to take, and to stabilize actuation of a fuel cell FC -- the operating temperature -- abbreviation -- maintaining uniformly is important. For this reason, the fuel cell FC is constituted so that a cooling medium can be circulated inside, and fuel cell equipment 1 is equipped with the cooling system 60. Explanation of the cooling structure of a fuel cell FC forms the further opening 56 in each separator SP which constitutes the stack 40 of a fuel cell FC between opening 50a and opening 51b, as shown in drawing 4 (a) and drawing 4 (b). Furthermore, between opening 50b and opening 51a, opening 57 is formed so that it may counter with opening 56.

[0096] Thus, when the openings 56 and 57 of each formed separator SP carry out the laminating of many Separators SP and single cels UC and constitute a stack 40, they form one passage, respectively. And the passage which each opening 56 forms, and the passage which each opening 57 forms are mutually open for free passage through the passage which is formed in the interior of flange 44a arranged at the anode collecting electrode plate 41a side and which is not illustrated, and forms the cooling passage 58 (refer to drawing 1). Moreover, as shown in drawing 2, cooling-medium inlet-port 49a is prepared in the flange 44b side of a fuel cell FC, and this cooling-medium inlet-port 49a is opened for free passage by the passage which each above-mentioned opening 56 forms. Furthermore, cooling-medium outlet 49b is prepared in the flange 44b side of a fuel cell FC, and this cooling-medium outlet 49b is opened for free passage by the passage which each above-mentioned opening 57 forms.

[0097] On the other hand, the cooling system 60 consists of radiator 61 grades which consist of the cooling intermediation general circulation pump P3, cooling-medium Rhine L9, the cooling-medium return line L10, a heat exchanger 62, and fan 63 grade. That is, as shown in drawing 1, the cooling intermediation general circulation pump P3 is connected to cooling-medium inlet-port 49a of a fuel cell FC through cooling-medium Rhine L9. Moreover, the cooling-medium return line L10 is connected to cooling-medium outlet 49b of a fuel cell FC, and this cooling-medium return line L10 is connected to the refrigerant inlet

port Ri of the heat exchanger 62 which constitutes a radiator 61.

[0098] Therefore, if the cooling intermediation general circulation pump P3 is operated, the cooling water which took and carried out the temperature up of the heat will be returned to a radiator 61 through cooling-medium outlet 49b and the cooling-medium return line L10 from the stack 40 grade of a fuel cell FC by introducing cooling water etc. into the cooling passage 58 of a fuel cell FC through cooling-medium Rhine L9 and cooling-medium inlet-port 49a. It is cooled with a radiator 61 and cooling water etc. is again supplied to a fuel cell FC with the cooling intermediation general circulation pump P3. Thereby, the operating temperature of a fuel cell FC is always maintained at an optimum range (for example, 60 degrees C - about 80 degrees C).

[0099] Furthermore, it prepares for this fuel cell FC for each [ from which temperature sensor TSFC (not shown) for measuring the temperature tFC of the fuel cell FC under actuation constitutes each stack 40 the predetermined part of each stack 40, or if needed ] \*\* cel UC of every. And temperature sensor TSFC is electrically connected with the control unit 90 (refer to drawing 6 ), and the data of the temperature tFC in the fuel cell FC measured by temperature sensor TSFC are outputted and processed by the control unit 90. In addition, as temperature sensor TSFC, an usable thermocouple etc. is used under the service condition of a measurement temperature field, an installation location, etc.

[0100] Moreover, the cooling water which circulates this cooling system 60 is used also as a heat sink which makes fuel gas cool with a condenser 35. That is, cooling-medium Rhine L11 has branched from cooling-medium Rhine L9, and this cooling-medium Rhine L11 is connected to the heat exchanger tube T35 which constitutes a condenser 35. By this, if the cooling intermediation general circulation pump P3 is operated, cooling water etc. will be supplied also to the heat exchanger tube T35 of a condenser 35. The cooling water which circulated the heat exchanger tube T35 is returned to the refrigerant inlet port Ri of the heat exchanger 62 which constitutes a radiator 61 through piping which does not illustrate, and is carried out cooling and recycling.

[0101] Furthermore, cooling-medium Rhine L12 has branched from cooling-medium Rhine L9, and this cooling-medium Rhine L12 is connected to the fluid inlet port of the heat exchanger tube T32 arranged in the reforming section 32 of a reformer 30. And the fluid outlet of a heat exchanger tube T32 is connected to the inlet port of the fluid inlet port of the heat exchanger tube T33 arranged in the selective oxidation section 33. Therefore, if the cooling intermediation general circulation pump P3 is operated, cooling water etc. will be supplied also to the heat exchanger tube T32 of the reforming section 32, and the heat exchanger tube T33 of the selective oxidation section 33. Thereby, the excessive heat of reaction generated inside the reforming section 32 and the selective oxidation section 33 can be removed using the cooling water which circulates a cooling system 60. In addition, the cooling water which circulated the heat exchanger tube T33 of the selective oxidation section 33 is returned to the refrigerant inlet port Ri of the heat exchanger 62 which constitutes a radiator 61 through piping which does not illustrate, and is carried out cooling and recycling.

[0102] In addition, from cooling-medium Rhine L12, further cooling-medium Rhine L13 has branched, and the cooling water extracted through this cooling-medium Rhine L13 is used in order to cool the exhaust gas discharged from the burner of an evaporator 110.

[0103] The heat exchanger 65 is formed on exhaust gas Rhine L14 of the outlet side of the burner of an evaporator 110, and the pressure regulating valve PRV7 is further formed on exhaust gas Rhine L14 of the outlet side of a heat exchanger 65. And cooling-medium Rhine L13 which branched from cooling-medium Rhine L12 is connected to the fluid inlet port of the heat exchanger tube T65 which constitutes a heat exchanger 65. By this, the exhaust gas which flows out of the burner of an evaporator 110 will be discharged out of a system, after fully being cooled with the cooling water which circulates a cooling system 60. It is returned to the refrigerant inlet port Ri of the heat exchanger 62 which constitutes a radiator 61 through piping for which the cooling water which circulated does not illustrate the heat exchanger tube T65 of a heat exchanger 65, and carries out cooling and recycling.

[0104] Here, with the fuel cell equipment 1 constituted in this way, when stabilizing the engine performance of a fuel cell FC, it is necessary to fully humidify the electrolyte membrane EM of each \*\* cel UC (solid-state polyelectrolyte film). In view of this point, solenoid valves SV1-SV7 are mainly controlled by the control means 90, the conditions of the reforming reaction in a reformer 30 are adjusted in this fuel cell equipment 1, and the hydrogen partial pressure of the fuel gas which flows out of a reformer 30, CO partial pressure, and the steam partial pressure are adjusted to the predetermined value. namely, the fuel for heating which controls solenoid valves SV1-SV7, and is supplied to the heating unit of an evaporator 110 and the flow rate of water, the flow rate of the air for combustion supplied to the temperature up section 100, the methanol supplied to a reformer 30, and reforming -- the flow rate of service water and air is adjusted to a

predetermined value.

[0105] this time -- reforming -- it becomes important, when a setup of the ratio (henceforth a "S/C ratio") of the amount of supply (mol) of the amount of supply (mol)/methanol of service water makes accuracy generate more the fuel gas which has the hydrogen partial pressure corresponding to a load demand, a steam partial pressure, and the carbon monoxide partial pressure that can prevent the catalyst poisoning of an anode in a reformer 30. This S/C ratio The temperature of the heating unit of an evaporator 110, the measured value of temperature sensor TS100, and the reaction temperature of the reforming section 32, After setting selective oxidation section 33 reaction temperature, the temperature of the fuel gas which flows out of a reformer 30, and the operating temperature of a fuel cell FC to a predetermined value (1) -- the rate constant of the reforming reaction shown by - (5) formula, and a selective oxidation reaction -- respectively -- alike -- setting up -- a methanol and reforming -- service water and the amount of supply of air are changed, kinetics-analysis is performed, and it is obtained by computing the component presentation in the fuel gas which flows out of a reformer 30. It asks for the S/C ratio in the case of acquiring the gas presentation of the request in the fuel gas which flows out of a reformer 30 from the result of the component presentation in the fuel gas computed. In addition, also when not performing the partial oxidation reaction of fuels, such as a methanol as shown by (4) formulas, as a reaction of the reforming section 32, it asks for the S/C ratio in the case of acquiring the gas presentation of the request in the fuel gas which flows out of a reformer 30 similarly.

[0106] For example, the working pressures of a fuel cell FC are 1.6ata(s) (98066Pa). The temperature of the water methanol mixed gas which operating temperature is 80 degrees C and flows out of the temperature up section 30 240-260 degrees C, When the temperature of the fuel gas with which the reaction temperature of 250-300 degrees C and the selective oxidation section 33 is 120-200degree-Cdegree C, and the reaction temperature of the reforming section 32 flows out of a reformer 30 is 120-200 degrees C, solenoid valves SV1 and SV2 are controlled. reforming -- it is desirable to set the ratio (S/C ratio) of the amount of supply (mol) of the amount of supply (mol)/methanol of service water to 1.5-2.5, and being referred to as 1.8-2.0 is still more desirable.

[0107] Here, the concentration of CO in the fuel gas with which a S/C ratio flows that it is less than 1.5 out of a reformer 30 increases, and the inclination to advance poisoning of an electrode catalyst remarkably in each anode A of a fuel cell FC becomes large. On the other hand, if a S/C ratio exceeds 2.5, it will need to evaporate a lot of water and will produce the fault of causing decline in system efficiency. In addition, in order to reduce the concentration of CO if needed, the cooling conditions of the selective oxidation section 33 may be changed, and the reaction temperature of the selective oxidation section 33 may be lowered rather than usual. And the air of the specified quantity based on the stoichiometry which controls a solenoid valve SV 5 based on the temperature of water methanol mixed gas based on temperature sensor TS100, controls solenoid valves SV3 and SV4, and is shown in a reformer 30 by (7) and/or (8) formulas is supplied, and a reforming reaction is made to follow fluctuation of a load demand, and is made and advanced to it.

[0108] by the way, it mentioned above with this fuel cell equipment 1 -- as -- fuel Rhine L1 and L30 and reforming -- service water -- it has intermittently the solenoid valves SV1-SV7 which can be opened and closed in each Rhine to Rhine L2, water Rhine L40, and air Rhine L3, L4, and L50. And low-cost-izing with large fuel cell equipment 1 and miniaturization are attained by adopting such a configuration.

[0109] That is, the pressure regulating valve PRV1 is formed in the fuel feed zone 10 which supplies a methanol to a reformer 30, and the fluid pressure which is breathed out by this pressure regulating valve PRV1 from a fuel pump P1, and circulates the inside of pressure regulation Rhine LP by it is kept constant to it. Therefore, the methanol as a fuel is always supplied to the inlet port of a solenoid valve SV 1 and a solenoid valve SV 6 by the fixed pressure from the fuel feed zone 10. the same -- reforming -- service water and humidification -- the pressure regulating valve PRV2 is formed in the water feed zone 20 used as the source of supply of service water, and the fluid pressure which is breathed out by this pressure regulating valve PRV2 from a water pump P2, and circulates the inside of pressure regulation Rhine LP by it is always kept constant. Therefore, the water for reforming is always supplied to the inlet port of a solenoid valve SV 2 and a solenoid valve SV 7 by the fixed pressure from the water feed zone 20. Moreover, the air for combustion supplied from Blois B is always supplied to the inlet port of a solenoid valve SV 5 by the fixed pressure. Moreover, from Blois B used as the source of supply of the air for reforming, the air for reforming is supplied to the inlet port of solenoid valves SV3 and SV4 by the fixed pressure. Therefore, the fluid pressure in the inlet port of each solenoid valves SV1-SV7 becomes always fixed.

[0110] On the other hand, with fuel cell equipment 1, the pressure of fluids, such as water methanol mixed gas in the interior of a reformer 30 and reformed gas, is always kept constant by the pressure regulating

valve PRV3. Moreover, the pressure of the fluid in the outlet of a solenoid valve SV 3 is also always kept constant by the pressure regulating valve PRV6. Furthermore, the pressure of the exhaust gas Rhine L14 interior connected to fuel supply line LS2 and this is also always kept constant by the pressure regulating valve PRV7. Therefore, it becomes always fixed [ the fluid pressure in the outlet of solenoid valves SV1-SV7 ].

[0111] Consequently, with this fuel cell equipment 1, the differential pressure between the inlet port of each solenoid valves SV1-SV7 and an outlet will always be kept constant. And by keeping constant the differential pressure between the inlet port of each solenoid valves SV1-SV7, and an outlet, it is simplified extremely and each Rhine L1-L4 and the flow characteristics in L30, L40, and L50 become possible [ defining very easily the amount of supply of the fluid to an evaporator 110, the temperature up section 100, and a reformer 30 ] from each differential pressure concerned and the opening-of-traffic time amount of each solenoid valves SV1-SV7.

[0112] Thus, with fuel cell equipment 1, keeping constant the differential pressure between the inlet port of each solenoid valves SV1-SV7, and an outlet, closing motion control of each solenoid valves SV1-SV7 is carried out, and each fluid is intermittently supplied to an evaporator 110, the temperature up section 100, and a reformer 30. the amount of supply of a fluid [ as opposed to an evaporator 110, the temperature up section 100, and a reformer 30 by this ], i.e., the fuel to the heating unit of an evaporator 110, (methanol), the water to the heating unit of an evaporator 110, a fuel (methanol), and reforming -- it becomes possible to adjust the amount of supply of service water, the air for reforming, and the air for combustion with an always the optimal and sufficient precision. Consequently, as a passage closing motion means, it becomes unnecessary for size to use expensive large thermal mass flow meter etc., and it becomes employable about the small and cheap solenoid valves SV1-SV7. Therefore, cost cut-ization and miniaturizing can do the whole fuel cell equipment 1 sharply.

[0113] Next, the concrete configuration of these solenoid valves SV1-SV7 is explained, referring to drawing 5 . Solenoid valves SV1-SV7 all have the same configuration, and can manufacture it extremely in low cost and a compact (for example, overall length of about 5-10cm). Solenoid valves SV1-SV7 have the valve body 80 formed approximately cylindrical, as shown in drawing 5 . The valve inlet port 81 is formed in an end side, the valve outlet 82 is formed in the other end side, respectively, and the valve inlet port 81 and the valve outlet 82 are opened for free passage by the passage 83 extended straightly at this valve body 80.

[0114] Moreover, near the valve outlet 82 in the passage 83 formed in the valve body 80, the valve seat 84 is formed and the valve element 85 attached in the moving core 86 through the shaft is arranged free [ sliding ] in passage 83. In the valve element 85 and the moving core 86, it is energized to the valve seat 84 by energization means, such as a spring which is not illustrated, and passage 83 is usually closed by the valve seat 84 and the valve element 85. and -- the valve body 80 -- the perimeter of passage 83 and a moving core 86 -- a wrap -- like -- electromagnetism -- the coil 87 is arranged.

[0115] Driver voltage is supplied to these solenoid valves SV1-SV7 from constant-voltage-power-supply equipment 88. This constant-voltage-power-supply equipment 88 has the DC power supply and the voltage stabilizer which are not illustrated, stabilizes the astable direct current voltage which the DC power supply concerned generate in a voltage stabilizer, and generates stabilization direct current voltage. it is shown in drawing 5 and drawing 6 -- as -- the plus output terminal of constant-voltage-power-supply equipment 88 -- the electromagnetism of each solenoid valves SV1-SV7 -- the end of a coil 87 is connected to juxtaposition. the electromagnetism by which the minus output terminal of constant-voltage-power-supply equipment 88 is contained in each solenoid valves SV1-SV7 on the other hand through transistors Tr1, Tr2, Tr3, Tr4, Tr5, Tr6, and Tr7 -- the other end of a coil 87 is connected to juxtaposition.

[0116] Moreover, the resistance R for a bypass and Capacitor Co are formed in electric Rhine which connects each solenoid valves SV1-SV7 and each transistors Tr1-Tr7. And the pulse generators PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, and PG7 are connected to the gate of each transistors Tr1-Tr7, respectively. Each pulse generators PG1-PG7 generate the pulse (pulse voltage) for carrying out ON/OFF of each transistors Tr1-Tr7. By this, each transistors Tr1-Tr7 will function as a switching element.

[0117] namely, -- if each transistors Tr1-Tr5 turn on by the pulse from each pulse generators PG1-PG7 -- the electromagnetism of each solenoid valves SV1-SV7 -- driver voltage is impressed to a coil 87. thereby -- electromagnetism -- since a coil 87 is excited and a valve element 85 goes up with a moving core 86, solenoid valves SV1-SV7 will be opened wide. if each transistors Tr1-Tr5 turn off on the other hand by the pulse from each pulse generators PG1-PG7 -- the electromagnetism of each solenoid valves SV1-SV7 -- since impression of the driver voltage to a coil 87 is canceled and it is energized to a valve seat 84 by the moving core 86, the valve element 85, and the energization means, solenoid valves SV1-SV7 will be closed.



[0118] thus, each pulse generators PG1-PG7 -- electromagnetism -- although the pulse for impressing driver voltage to a coil intermittently is generated, it is controlled by the control unit 90 indicated to be the width of face of the pulse concerned, and a period, i.e., the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of each solenoid valves SV1-SV7, to drawing 5 and drawing 6 . A control unit 90 has CPU91, ROM92, and RAM93, as shown in drawing 6 . CPU91 consists of a microprocessor etc. and performs various data processing. Moreover, the program for control and data processing is memorized beforehand, and RAM93 is used for ROM92 in order to write various data in the case of control and data processing.

[0119] Moreover, a control unit 90 has input/output port 94 connected with CPU91. Each above-mentioned pulse generators PG1-PG7, the mass air flow control valve FRV prepared in the downstream of Blois B, pumps P1-P3, and a radiator 61 are connected to this input/output port 94. Therefore, the various signals generated by data processing of CPU91 are given to each pulse generators PG1-PG7, a mass air flow control valve FRV, pumps P1-P3, and a radiator 61 through input/output port 94.

[0120] Furthermore, it prepares in temperature sensor TS100 and the reforming section 32 of a reformer 30 which were prepared on combustion supply line LS3 of the outlet of the temperature up section 100, and it prepares in \*\*\*\* temperature sensor TS32 and the selective oxidation section 33 of a reformer 30, and \*\*\*\* temperature sensor TS33, temperature sensor TSFC prepared in the fuel cell FC, and temperature sensor TS35 and \*\* which were prepared in the condenser 35 are connected to the input/output port 94 of a control unit 90. And the detecting signal emitted by these temperature sensors is given to CPU91. Moreover, a load setting means (not shown) to set up the load to a fuel cell FC is connected to the input/output port 94 of a control unit 90, and the load demand signal emitted by the load demand means concerned is given to CPU91.

[0121] In addition, a control unit 90 has storage 95 and this storage 95 is connected with CPU91 through input/output port 94. The data for controlling a solenoid valve SV 5 in this storage 95 based on the temperature of temperature sensor TS100, The data for controlling a solenoid valve SV 3 corresponding to the internal temperature of the reforming section 32 of a reformer 30, The data for controlling a solenoid valve SV 3 and a solenoid valve SV 4 corresponding to the internal temperature of the selective oxidation section 33 of a reformer 30 and the data for operating the whole fuel cell equipment regularly corresponding to a load demand are memorized. Furthermore, the table showing the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of the solenoid valve SV 1 according to the load demand to a fuel cell FC, and the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of the solenoid valve SV 1 according to the load demand to a fuel cell FC in this storage 95 and the data in which the predetermined proportionality constant defined about each solenoid valves SV2-SV7 and a mass air flow control valve FRV is shown are memorized. These various data are read to CPU91 which received the temperature detecting signal and load demand signal of each part of the above. And CPU91 generates the control signal sent out to a radiator 61 at each pulse generators PG1-PG7, a mass air flow control valve FRV, pumps P1-P3, and a list based on a load demand signal.

[0122] In addition, the data for controlling a solenoid valve SV 5 based on the temperature of temperature sensor TS100, The data for controlling a solenoid valve SV 3 corresponding to the internal temperature of the reforming section 32 of a reformer 30, The data for controlling a solenoid valve SV 3 and a solenoid valve SV 4 corresponding to the internal temperature of the selective oxidation section 33 of a reformer 30, The data for controlling the solenoid valve SV 6 and solenoid valve SV 7 which supply the methanol and water for heating to the heating unit of an evaporator according to a load demand, respectively can be defined based on theoretical calculated value, an experimental value, etc.

[0123] the methanol supplied to the temperature up section 100 or a reformer 30, and reforming, if the conditions (a presentation ratio, a flow rate, total pressure, etc.) of reactants, such as service water and air, and the conditions (a class, the amount of support, degree of dispersion, etc.) of a catalyst are set up The reaction temperature observed can determine mostly the component presentation of the mixed gas which consists of the reactants (the fuel, H<sub>2</sub>O, air, etc.) and product (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> grade) in a steady state. In fact, since the conditions of a catalyst are uniformly decided by the temperature up section 100 and the reformer 30 When mixed gas reaches the temperature of the request suitable for advance of a steam-reforming reaction, And by grasping beforehand the above-mentioned reactant in case mixed gas serves as a desired gas presentation, and the conditions of reaction temperature with theoretical count and experimental data If the conditions of a reactant are set up, it can check whether whether mixed gas's having reached the temperature of the request suitable for advance of a steam-reforming reaction and mixed gas serve as a desired gas presentation by measuring the temperature in temperature sensor TS100 and a reformer 30. In



addition, it considers as the configuration which forms a pressure gage in the reforming section 32, and can carry out the monitor of the pressure in the reforming section 32, and you may make it check to a precision further using the data of the total pressure of the mixed gas in the above-mentioned reforming section 32. [0124] Furthermore, the opening-of-traffic time amount of the solenoid valve SV 1 according to the load demand to a fuel cell FC and closedown time amount, i.e., the table showing the amount of supply of the methanol according to a load demand, can be defined based on theoretical calculated value, an experimental value, etc. moreover, the amount of supply of the methanol with which the proportionality constant about solenoid valves SV2-SV7 and a mass air flow control valve FRV becomes settled in the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of a solenoid valve SV 1 and reforming -- it asks for every solenoid valve SV2-SV7 and mass air flow control valve FRV from a ratio with the amount of supply of the air for combustion supplied to service water, the methanol supplied to the heating unit of an evaporator 110 and water, and the temperature up section 100, reforming air, and the air for selective oxidation. In addition, instead of storing the data of such a proportionality constant in storage 95, about each solenoid valves SV1-SV7, while creating the data in which the opening-of-traffic time amount according to the load demand to a fuel cell FC and closedown time amount are shown, the data in which the opening according to the load demand to a fuel cell FC is shown may be created, and these data may be stored [ mass air flow control valve / FRV ] in storage 95.

[0125] Thus, each solenoid valves SV1-SV7, a mass air flow control valve FRV, pumps P1-P3, and a radiator 61 are controlled with a certainly and sufficient precision by the constituted control unit 90 grade. therefore, fuel Rhine L1 and L30 and reforming -- service water -- Rhine L2, water Rhine L40, and air Rhine L3, L4, and L50 -- and The methanol which is a fuel from air supply Rhine L6 (the methanol used for the reforming reaction of the reforming section 32, and methanol used as a fuel in the burner of an evaporator 110), reforming -- the air for the combustion in service water, the water supplied to the burner of an evaporator 110, and the temperature up section 100, the air for reforming, the air for carbon monoxide selective oxidation, and the air as cathode reaction gas will be supplied with stability and a sufficient precision to each set elephant device. Moreover, the fuel gas adjusted by the predetermined value will be supplied to an anode from a reformer 30 in the hydrogen concentration corresponding to a load demand and a steam partial pressure, and the carbon monoxide partial pressure that can prevent generating of the catalyst poisoning of an anode. In addition, a control unit 90 can also be constituted as a sequencer.

[0126] Then, it explains, referring to the flow chart shown in drawing 7 about actuation of the fuel cell equipment 1 mentioned above.

[0127] When starting fuel cell equipment 1, CPU91 of a control unit 90 outputs a driving signal to a pump P3, and makes circulation of cooling water start. After lighting the burner of the evaporator 110 of a reformer 30, and CPU91 A driving signal is outputted to a pump P1, a pump P2, Blois B, and solenoid valves SV1-SV7. The air used for the combustion reaction of the temperature up section 100, the methanol used for the reforming reaction of the reforming section 32, the air for combustion supplied to the methanol supplied to the burner of the heating unit of an evaporator 110, water, and the temperature up section 100, and reforming -- service water, the air for reforming, the air for CO selective oxidation, etc. are supplied to temperature up section 100 reformer 30 on condition that predetermined, and the reaction in a reformer 30 is made to start (S10)

[0128] In addition, at this time, a radiator 61 is not started and is made into the condition of carrying out the temperature up of a reformer 30 and the fuel cell FC promptly. In addition, the conditions of supply of the reactant supplied to a reformer 30 at this time are the value which set up beforehand so that a steam-reforming reaction might become the gas presentations (a hydrogen partial pressure, CO partial pressure, steam partial pressure, etc.) of the request in the fuel gas generated by fully going on, and was memorized in the control unit 90, when a reformer 30 reaches a predetermined steady state.

[0129] Next, CPU91 inputs the temperature t100 of the mixed gas which flows out of the temperature up section 100 transmitted from temperature sensor TS100 (S20). At this time, you may input, respectively also about the detecting signal of the temperature t32 of the fuel gas in the reforming section 32 transmitted from temperature sensor TS32, and the detecting signal of the temperature t33 of the fuel gas in the selective oxidation section 33 transmitted from temperature sensor TS33. The rapid load effect to a fuel cell FC arises by this, and even if it becomes impossible for the heating conditions of the water methanol mixed liquor in an evaporator 110 to fully follow at this fluctuation, more precise temperature up accommodation is attained in the temperature up section 100. That is, how much the temperature up of the water methanol mixed gas supplied reformer 30 is carried out in the temperature up section 100 can compute to accuracy more by measuring the reference temperature t0100 (temperature suitable for advance of a steam-reforming reaction)

in the temperature up section 100 which set up beforehand the detecting signal of temperature sensor TS100, temperature sensor TS32, and temperature sensor TS33, the predetermined reference temperature t032 in the reforming section 32, and the reference temperature t033 in the selective oxidation section 33, respectively. [0130] It is the value which set up beforehand as a value which converted the heating value continuously supplied from the outside into the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of the temperature up section 100 in order for a predetermined steam reforming reaction and a predetermined selective oxidation reaction to make the steady state which can obtain the fuel gas of a predetermined gas presentation hold here, and was memorized in the control unit 90. [in / with reference temperature t0100 / a reformer 30] Moreover, it is the value which set up beforehand as temperature when reaching the steady state from which the steam-reforming reaction and selective oxidation reaction in a reformer 30 can obtain the fuel gas of a predetermined gas presentation, and was memorized in the control unit 90 in the predetermined reference temperature t032 and t033. Although such a reference temperature is not suitably set up according to the actuation conditions of a reformer 30 etc. and is not limited especially, it is good also as 120-130 degrees C as 280-300 degrees C and a reference temperature t033 as 240-260 degrees C and a reference temperature t032 as a predetermined reference temperature t0100 for example. In addition, in performing a partial oxidation reaction in the reforming section 32, it sets up separately the reference temperature t032 of the reforming section 32.

[0131] On the other hand, since load responsibility is bad, the temperature up of the heating unit with which an evaporator 110 is equipped from immediately after starting of fuel cell equipment 10 is carried out gradually. Thus, the water methanol mixed gas which flows out of an evaporator 110 carries out a temperature up gradually, and even if it carries out a temperature change, since the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of the temperature up section 110 is adjusting the amount of supply of the air for combustion carried out solenoid-valve SV5, it is always adjusted to desired temperature. And the temperature up also of the fuel gas generated by this reformer 30 is gradually carried out to a predetermined reference temperature according to the internal temperature of a reformer 30. At this time, a temperature up is carried out by carrying out heat exchange also of the cooling water which passes through the inside of cooling-medium Rhine L12, and flows in a reformer 30 to the above-mentioned fuel gas in the heat exchanger tubes T32 and T33 in a reformer 30. Furthermore, this cooling water that carried out the temperature up carries out the temperature up of the fuel cell FC gradually by passing through the inside of the cooling passage 58 in a fuel cell FC via a heat exchanger 62 and cooling-medium Rhine L9 succeedingly. The cooling water which carried out heat exchange to the fuel cell FC in the cooling passage 58 is lowered even to temperature comparable as the internal temperature of the fuel cell FC at that time, passes through cooling-medium Rhine L12 again, is led to a reformer 30, and performs fuel gas and heat exchange.

[0132] Moreover, the cooling water which carried out the temperature up in the heat exchanger tubes T32 and T33 in the above-mentioned reformer 30 passes within between [T35] the heat transfer in a condenser 35 via cooling-medium Rhine L11 which branched from cooling-medium Rhine L9. For this reason, a temperature up is gradually carried out so that a condenser 35 may also serve as internal temperature of a fuel cell FC, and comparable temperature. In addition, at this time, when the temperature of a fuel cell FC and a condenser 35 becomes higher than predetermined temperature, CPU91 may be set up so that a driving signal may be outputted to a radiator 61 based on the detecting signal from temperature sensor TSFC with which the fuel cell FC and the condenser 35 were equipped, respectively, and TS35. And the temperature of a fuel cell FC and a condenser 35 is held by adjusting the temperature of cooling water with a radiator 61 at predetermined temperature.

[0133] If a reformer 30 reaches a steady operating state and fuel gas comes to be supplied to Anode A, based on the data for operating the whole fuel cell equipment regularly corresponding to a load demand, CPU91 will transmit a new driving signal to solenoid valves SV1-SV7, a pump P3, a mass air flow control valve FRV, and a radiator 61 (S30), and will start the control which was able to balance the fuel cell equipment 1 whole. Since the fuel cell FC and the condenser 35 are adjusted by predetermined operating temperature as stated above at this time, even if fuel gas and air begin to be supplied, it will be in the condition that it can operate regularly with a predetermined output promptly. Moreover, the temperature of the outlet of the evaporator 110 under actuation and the temperature up section 100, the reforming section 32 of a reformer 30 and the selective oxidation section 33, a condenser 35, and a fuel cell FC is maintained in a desired temperature requirement based on the detection result of the temperature sensor with which these were equipped, respectively by controlling the drive condition of a radiator 61 and pump P3 grade by the control unit 90.

[0134] Thus, if fuel cell equipment 1 comes to operate regularly on predetermined actuation conditions, to CPU91 of a control unit 90, a load demand signal will be given from a predetermined load setting means. CPU91 will access the table showing the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of the solenoid valve SV 1 memorized by the store 95 based on a load demand signal, if a load demand signal is received (S40). And CPU91 reads the data corresponding to the load demand to the fuel cell FC shown in the load demand signal out of the table concerned, and generates the control signal sent out to the pulse generator PG 1 connected to the solenoid valve SV 1 based on the data in which the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of the solenoid valve SV 1 according to the load demand concerned are shown. Thus, the amount of supply of the methanol according to the load demand to a fuel cell FC will be determined by defining the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of a solenoid valve SV 1 (S50).

[0135] Moreover, in S50, CPU91 which determined the amount of supply of the methanol according to the load demand to a fuel cell FC reads next the data in which the predetermined proportionality constant defined about each solenoid valves SV2-SV7 and a mass air flow control valve FRV is shown from storage 95. And CPU91 generates the control signal which multiplies with the data in which the data concerned, and the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of the solenoid valve SV 1 according to the load demand read by S40 are shown and which is sent out to each pulse generators PG1-PG7 and a mass air flow control valve FRV. reforming supplied by this through the air and the solenoid valve SV 2 which are supplied through a mass air flow control valve FRV -- service water -- The air for reforming supplied through a solenoid valve SV 3, the air for carbon monoxide selective oxidation supplied through a solenoid valve SV 4, The combustion air supplied through a solenoid valve SV 5, the methanol supplied to the burner of the evaporator 110 supplied through a solenoid valve SV 6, It will be determined that the water supplied to the burner of the evaporator 110 supplied through a solenoid valve SV 7 will accept the load demand to a fuel cell FC (S60).

[0136] In addition, at this time, CPU91 sends out a control signal to the pulse generators PG6 and PG71 based on the data corresponding to the load demand to the fuel cell FC shown in the load demand signal, and controls a solenoid valve SV 6 and a solenoid valve SV 7. That is, CPU91 sets up the amount of supply of a methanol and the amount of supply of water which are supplied to the burner of the heating unit of an evaporator 110 so that the mixed liquor of the water methanol which serves as a fluid for reforming in an evaporator 110 may fully be evaporated and the reforming machine 30 can be supplied, even if the amount of supply of the methanol supplied to a reformer 30 according to a load demand changes. Furthermore, the amount of inflammable components in the exhaust gas discharged from the fuel cell FC which changes in connection with the amount of supply of the methanol with which the amount of supply of a methanol and the amount of supply of water which are supplied to the burner of an evaporator 110 are supplied to a reformer 30 changing is also taken into consideration if needed at this time.

[0137] However, since there is a case where it becomes impossible to follow the heating conditions of the heating unit of an evaporator 110 in a rapid load effect, to be able to carry out the temperature up of the water methanol mixed gas even to desired temperature in the temperature up section 100, CPU91 sends out a control signal to the pulse generator PG 5 based on the data corresponding to temperature sensor TS100, controls a solenoid valve SV 5, and adjusts the temperature of the fuel gas supplied to a reformer 30.

[0138] CPU91 which performed processing in S50 and S60 sends out the control signal which shows the opening corresponding the control signal which shows the opening-of-traffic time amount and closedown time amount of each solenoid valves SV1-SV7 according to a load demand to the load demand to a mass air flow control valve FRV to each pulse generators PG1-PG7, respectively (S70). The processing in S40-S700 which were explained above is repeated whenever CPU91 of a control unit 90 receives a load demand signal.

[0139] The pulse generators PG1-PG4 which, on the other hand, received the control signal generated by CPU91 by S70 from the control unit 90 send out a pulse to each solenoid valves SV1-SV7. thereby -- each - - electromagnetism -- driver voltage is intermittently impressed to a coil 87, and each Rhine is intermittently opened and closed by solenoid valves SV1-SV7. Moreover, if the control signal from CPU91 is received, the actuator section of a mass air flow control valve FRV will change the opening so that a load demand may be accepted.

[0140] consequently, the methanol of an amount corresponding to the load demand in the air for combustion of an amount, water methanol mixed gas, and the reforming section 32 and the selective oxidation section 33 of a reformer 30 corresponding to the load demand in the temperature up section 100 and reforming -- service water -- optimum temperature -- and it is supplied with a sufficient precision and the air for

reforming of the amount according to a load demand and the air for carbon monoxide selective oxidation are supplied with an optimal and sufficient precision to the reforming section 32 and the selective oxidation section 33. Therefore, even if the load demand to a fuel cell FC changes and the amount of the fuel gas which should be supplied to a fuel cell FC changes, it always becomes generable by the reformer 30 about the fuel gas which has a desired gas presentation. Moreover, while operating a fuel cell FC to a fuel cell FC stably by supplying the fuel gas of a desired gas presentation with a sufficient precision, it can be made to protract the life of Anode A. Moreover, the air of the amount according to a load demand will be supplied with a sufficient precision to air inlet 47b through a heat exchanger 70. Moreover, the fuel gas of predetermined temperature (about 120 degrees C) is supplied to the interior of the fuel gas supply line L5 from the reformer 30.

[0141] Here, with this fuel cell equipment 1, among the data memorized by the store 95, the proportionality constant of solenoid valves SV1-SV7 is further set to fulfill the following conditions while it is defined as a proportionality constant proportional to the amount of methanols according to the load demand to a fuel cell FC, i.e., a load demand, as mentioned above.

[0142] That is, with this fuel cell equipment 1, it is determined that the proportionality constant of solenoid valves SV1-SV7 has the hydrogen partial pressure corresponding to a load demand in the fuel gas which flows out of a reformer 30 after being based on the fluctuation under operation of the temperature of the water methanol mixed gas which flows out of the temperature up section 110, the temperature of the fluid of the reforming section 32, and the temperature of the fluid of the selective oxidation section 33, a steam partial pressure, and the carbon monoxide partial pressure of the tolerance which can prevent the catalyst poison of Anode A. In addition, in case the fuel gas which flows out of a reformer 30 in a condenser 35 is cooled near the operating temperature of a fuel cell FC, the proportionality constant of solenoid valves SV1-SV7 may be beforehand set up so that the water of condensation may not generate, and the steam partial pressure in the fuel gas which flows out of a reformer 30 may become below the saturated water vapor pressure in the operating temperature of a fuel cell FC.

[0143] Even if the load demand to a fuel cell FC changed and the operating temperature of a fuel cell FC etc. changed by this, supply to each anode A of a fuel cell FC is attained in the very low fuel gas of CO concentration with always suitable humidity, and the situation which moisture piles up in poisoning and Anode A of an electrode catalyst of Anode A, and bars the inflow of fuel gas can be prevented.

[0144] Furthermore, the pulse generator PG 5 which received the control signal from CPU91 sends out a pulse to a solenoid valve SV 5. thereby -- the electromagnetism of a solenoid valve SV 5 -- driver voltage is intermittently impressed to a coil 87, and air Rhine L50 is intermittently opened and closed by the solenoid valve SV 5.

[0145] As mentioned above, although the suitable operation gestalt of this invention was explained to the detail, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt.

[0146] For example, in the above-mentioned operation gestalt, although the configuration which arranges only a combustion catalyst in the temperature up section was explained, the fuel cell equipment of this invention is not limited to this, may make a combustion catalyst carry out specified quantity mixing of the catalyst for reforming, and may be arranged to temperature up circles. Moreover, it is good also as a configuration which arranges the support part with which only the combustion catalyst supported temperature up circles to the upstream along the flow direction of the mixed gas of water and a fuel, and arranges the support part which supported only the catalyst for reforming to the downstream. Thus, while being able to reform a part of mixed gas of water and a fuel before supplying a reformer by arranging the catalyst for reforming to temperature up circles in addition to a combustion catalyst, the unusual temperature rise of temperature up circles can be prevented using a reforming reaction being endothermic reaction, and degradation by the heat of a combustion catalyst can be prevented. You may be the catalyst same as this catalyst for reforming as what is arranged at the reforming section of a reformer, and may be a heat-resistant high catalyst more.

[0147] Moreover, in the above-mentioned operation gestalt, although the case where temperature sensors TS32 and TS33 were used was explained when controlling the carbon monoxide concentration in the gas in the reforming section 32 and the selective oxidation section 33 of a reformer 30 in predetermined tolerance, the fuel cell equipment of this invention is not limited to this, and may use CO sensor.

[0148] Furthermore, in the above-mentioned operation gestalt, although the configuration which arranges the pressure regulating valve PRV6 which functions on air Rhine L50 of the outlet side of a solenoid valve SV 5 as a pressure regulation means was explained, the fuel cell equipment of this invention is not limited to this, and as long as it is possible to consider differential pressure of the air in the inlet port and outlet of a

solenoid valve SV 5 as abbreviation regularity, the pressure regulating valve PRV3 shown in drawing 1 may be used as a pressure regulation means. In this case, a pressure regulating valve PRV6 is not arranged, but \*\* is also good.

[0149] Moreover, the fuel (methanol) amount of supply supplied in the above-mentioned operation gestalt from the solenoid valve SV 1 shown in drawing 1 to compensate for the load effect to a fuel cell by the control means 90 is determined. Although the configuration which adjusts the amount of supply of the fuel for heating and water which carry out proportional control of a solenoid valve SV 6 and the solenoid valve SV 7, and are supplied to an evaporator 100 was explained In the fuel cell equipment of this invention, the control system by the control means 90 of the solenoid valve SV 6 shown in drawing 1 and a solenoid valve SV 7 is not limited to this. For example, while controlling a solenoid valve SV 1 and a solenoid valve SV 2 and fluctuating the amount of supply of the fuel for a reforming reaction, and water to compensate for a load effect, a solenoid valve SV 6 and a solenoid valve SV 7 may be controlled to become a certain predetermined value (for example, about 200 degrees C lower than the reforming reaction temperature of the reforming section 32) about the temperature of the mixed gas of the water of the outlet of an evaporator 110, and a fuel. Also in this case, the temperature of the mixed gas of water and a fuel can be adjusted to the temperature corresponding to a load effect in the temperature up section 100. In addition, the pressure regulating valve PRV7 shown in drawing 1 in this case is not arranged, but \*\* is also good.

[0150]

[Effect of the Invention] It can \*\*, if \*\* which the fuel cell equipment of this invention has the configuration which prepared the temperature up section which has a combustion catalyst on the gas line which connects an evaporator and a reformer, and some fuels in the mixed gas of the fluid for reforming containing the fuel which flows out of the temperature up section, and water are directly burned as explained above, and carries out a temperature up quickly, and combustion are suspended promptly and temperature decrease of the mixed gas of the fluid for reforming is carried out quickly. therefore, the fluid for reforming with which the heating conditions in the heating unit of an evaporator cannot follow fluctuation of this load demand quickly, but contain a fuel and water in it when the amount of supply of the fluid for reforming which the load demand to a fuel cell increases or decreases rapidly, and supplies to a reformer increased or decreases rapidly -- quick -- heating -- or even if it cannot carry out temperature decrease, it can adjust to desired temperature very quickly in the latter temperature-up section.

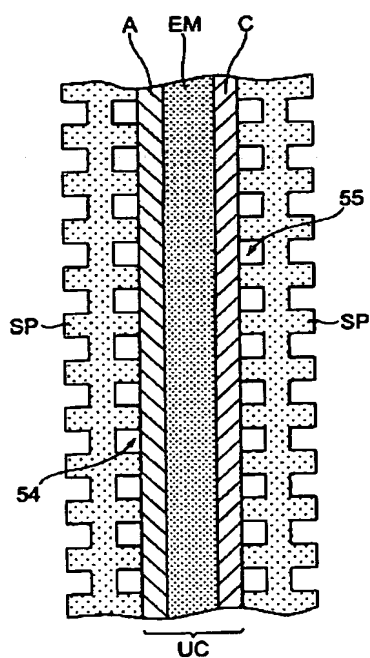
[0151] Therefore, according to the fuel cell equipment of this invention, even if it fluctuates the amount of supply of the fuel supplied to a reformer with fluctuation of a load demand, the fuel cell equipment which has the high load responsibility which it can be stabilized [ responsibility ] and can advance a steam-reforming reaction under predetermined reaction temperature can be offered.

[0152] and in the operating method of the fuel cell equipment by this invention By introducing into the temperature up section which has a combustion catalyst, before supplying directly the fluid for reforming which flows out of an evaporator to a reformer, burning and carrying out the temperature up of some fuels in the fluid for reforming if needed Even if it changes the amount of supply of the fuel supplied to a reformer with fluctuation of a load demand, it becomes possible easily for it to be stabilized and to advance a steam-reforming reaction under predetermined reaction temperature.

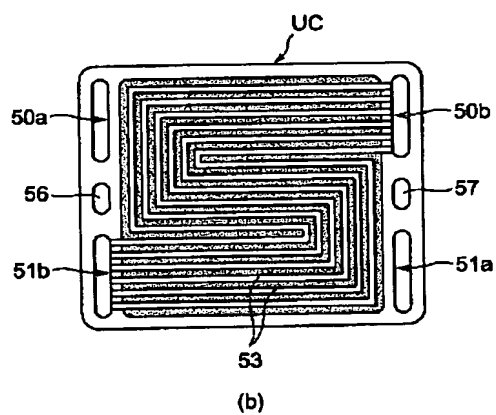
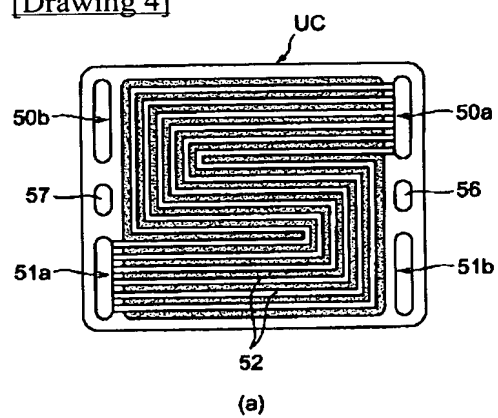
---

[Translation done.]



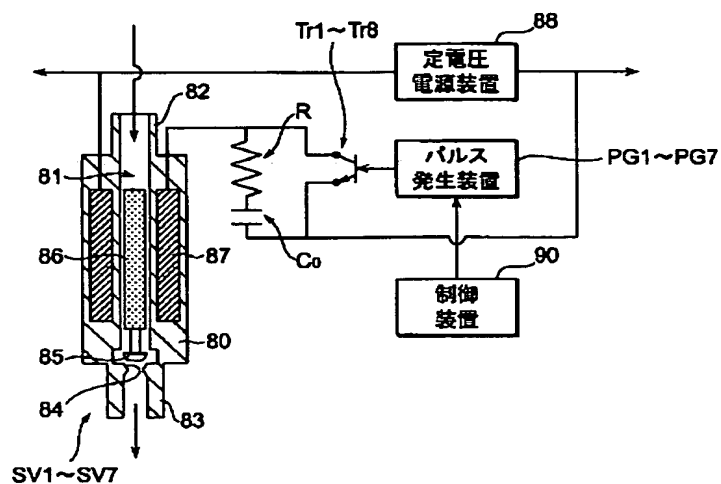


[Drawing 4]

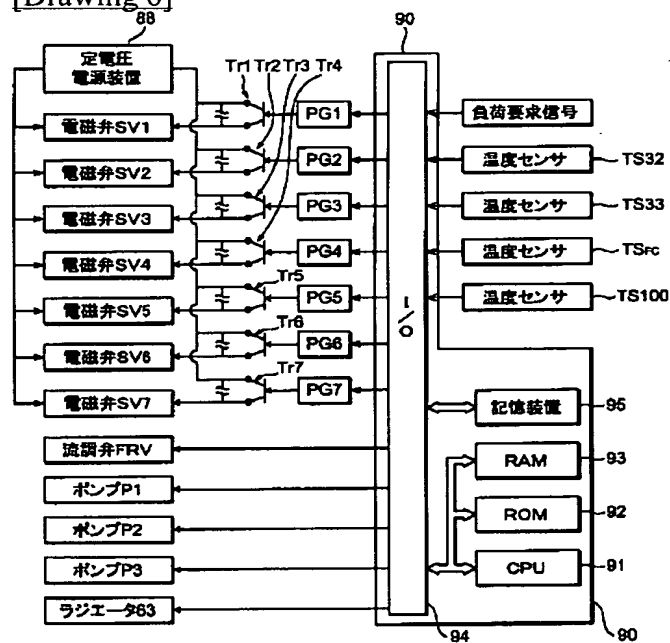


[Drawing 5]

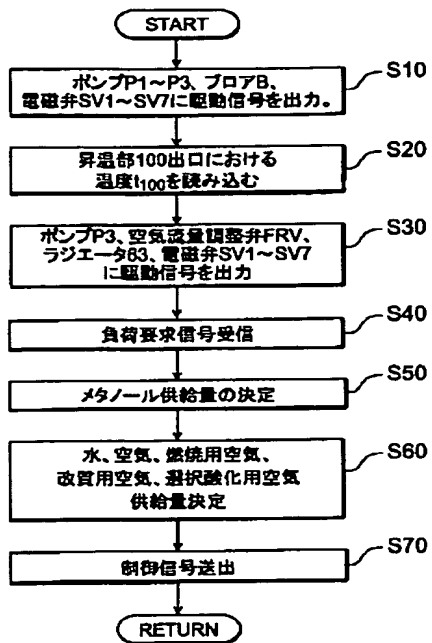




[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-56873

(P2002-56873A)

(43) 公開日 平成14年2月22日 (2002.2.22)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 1 M 8/06		H 0 1 M 8/06	G 4 G 0 4 0
C 0 1 B 3/38		C 0 1 B 3/38	5 H 0 2 6
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	G 5 H 0 2 7
8/10		8/10	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2000-243094(P2000-243094)

(22) 出願日 平成12年8月10日(2000.8.10)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 大本 節男

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号

三菱重工業株式会社広島研究所内

(72) 発明者 近藤 正実

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号

三菱重工業株式会社広島研究所内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明 (外1名)

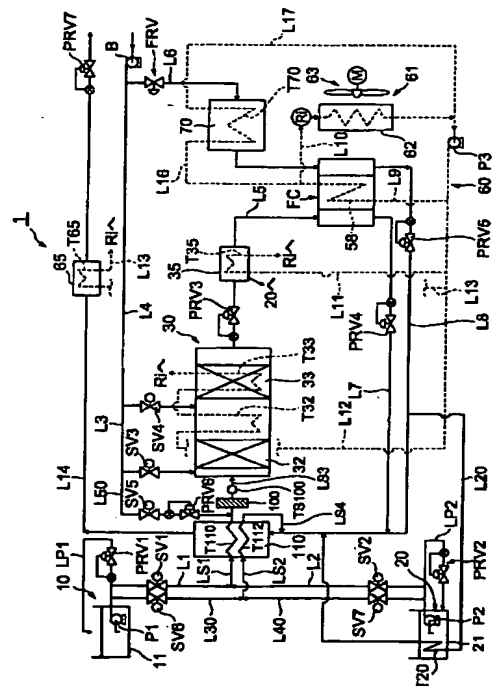
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置及び燃料電池装置の運転方法。

## (57) 【要約】

【課題】 燃料電池への負荷要求の変動に伴い改質装置に供給する燃料の供給量を変動させても、水蒸気改質反応を所定の反応温度の下で安定して進行させることのできる負荷応答性の高い燃料電池装置及びその運転方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池装置1は、アノードAとカソードCとによって挟持された電解質膜EMを有する燃料電池FCと、燃料を改質装置30に供給する燃料供給手段10と水を改質装置に供給する水供給手段20と、燃料と水とを蒸発させる蒸発部110と、蒸発部と改質装置とを結ぶガスライン上に設けられており、かつ、燃焼触媒を有しており、酸素を含む燃焼用ガスを使用して蒸発部から流出する燃料と水の混合ガス中の燃料の一部を燃焼させることにより燃料と水の混合ガスを水蒸気改質反応の進行に適した温度にまで昇温させる昇温部100と、を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アノードとカソードとによって挟持された高分子電解質を有する燃料電池を備え、改質装置で生成されたアノード反応ガスを前記アノードに供給すると共に、カソード反応ガスを前記カソードに供給し、前記アノードと前記カソードとでそれぞれ電気化学反応させて電力を発生する燃料電池装置において、燃料と水とを含む改質用流体を前記改質装置に供給する改質用流体供給手段と、前記改質用流体供給手段と前記改質装置とを結ぶガスライン上に設けられており、前記改質用流体を蒸発させる蒸発部と、前記蒸発部と前記改質装置とを結ぶガスライン上に設けられており、かつ、燃焼触媒を有しており、酸素を含む燃焼用ガスを使用して前記蒸発部から流出する前記改質用流体中の前記燃料の一部を燃焼させることにより当該改質用流体を水蒸気改質反応の進行に適した温度にまで昇温させる昇温部と、を備えることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 2】 前記昇温部に前記燃焼用ガスを供給する燃焼用ガス供給手段と、前記昇温部と前記燃焼用ガス供給手段とを結ぶガスライン上に設けられた燃焼用ガス流量調整手段と、前記昇温部と前記改質装置とを結ぶガスライン上に設けられており、前記昇温部から流出する前記改質用流体の温度を測定する改質用流体温度測定手段と、前記改質用流体温度測定手段により測定された前記改質用流体の温度に基づいて前記燃焼用ガス流量調整手段を制御する制御手段と、を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池装置。

【請求項 3】 前記改質装置が、水蒸気改質反応により前記改質用流体から水素と一酸化炭素とを含む改質ガスを生成する改質部と、前記改質ガスと酸素を含む選択酸化用ガスとを導入し当該改質ガス中の一酸化炭素を選択酸化する選択酸化部と、前記選択酸化部に前記選択酸化用ガスを供給する選択酸化用ガス供給手段と、前記選択酸化部と前記選択酸化用ガス供給手段とを結ぶガスライン上に設けられた選択酸化用ガス流量調整手段と、前記改質部に設けられた当該改質部の内部温度を測定する改質部温度測定手段とを備えており、前記制御手段は、前記改質部温度測定手段により測定された前記改質部の内部温度に基づいて、前記選択酸化用ガス流量調整手段を更に制御することを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池装置。

【請求項 4】 前記改質部中の前記燃料を部分酸化するための酸素を含む部分酸化用ガスを供給する部分酸化用ガス供給手段と、前記改質部と前記部分酸化用ガス供給手段とを結ぶガスライン上に設けられた部分酸化用ガス流量調整手段を更に備え、前記制御手段は、前記改質部温度測定手段により測定さ

れた前記改質部の内部温度に基づいて、前記部分酸化用ガス流量調整手段を更に制御することを特徴とする請求項 3 に記載の燃料改質装置。

【請求項 5】 前記燃焼用ガス流量調整手段の出口における流体の圧力を略一定に保つ圧力調整手段を更に備え、前記燃焼用ガス供給手段は前記燃焼用ガス流量調整手段に略一定の圧力で前記燃焼用ガスを供給可能であり、前記燃焼用ガス流量調整手段は前記昇温部と前記燃焼用ガス供給手段とを結ぶガスラインを断続的に開閉可能であることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の燃料電池装置。

【請求項 6】 前記燃焼用ガス流量調整手段は、弁本体に形成された流路を開閉する弁体に取り付けられた可動鉄心と、前記可動鉄心を覆うように配置された電磁コイルとを備える電磁弁であることを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池装置。

【請求項 7】 前記電磁コイルに駆動電圧を断続的に印加するためのパルスが発生するパルス発生手段を更に備え、前記制御手段は、前記改質用流体温度測定手段により測定された前記改質用流体の温度に基づいて前記燃焼用ガス流量調整手段の開通時間と閉止時間とを定め、当該開通時間と閉止時間とに応じたパルスを前記パルス発生手段に発生させることを特徴とする請求項 6 に記載の燃料電池装置。

【請求項 8】 アノードとカソードとによって挟持された高分子電解質を有する燃料電池を備え、改質装置で生成したアノード反応ガスを前記アノードに供給すると共にカソード反応ガス供給手段からカソード反応ガスを前記カソードに供給し、前記アノードと前記カソードとでそれぞれ電気化学反応させて電力を発生させる燃料電池装置の運転方法において、前記改質装置に供給する燃料と水とを含む改質用流体を蒸発させる蒸発部と前記改質装置とを結ぶガスライン上に、燃焼触媒を有する昇温部を設け、酸素を含む燃焼用ガスを使用して前記蒸発部から流出する前記改質用流体中の前記燃料の一部を燃焼させることにより当該改質用流体を昇温させ、前記改質装置の内部温度を水蒸気改質反応の進行に適した温度にさせることを特徴とする燃料電池装置の運転方法。

【請求項 9】 前記昇温部と前記改質装置とを結ぶガスライン内を流通する前記改質用流体の温度を測定し、当該温度に基づいて、前記昇温部に供給する前記燃焼用ガスの量を設定することを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池装置の運転方法。

【請求項 10】 前記昇温部と前記改質装置とを結ぶガスライン内を流通する改質用流体の温度に基づいて、前記昇温部に対して供給する前記燃焼用ガスの供給継続時間と供給停止時間との割合を設定することを特徴とする

請求項 9 に記載の燃料電池装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

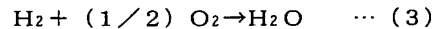
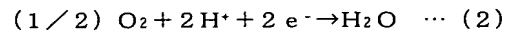
【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池装置及びその運転方法に関し、特に、アノードとカソードとによって挟持された高分子電解質を有する燃料電池によって電力を発生させる燃料電池装置及びその運転方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、アノードとカソードとによって挟持された電解質を有する燃料電池が知られている。この種の燃料電池は、電極活物質としての燃料ガス（アノード反応ガス）と酸化用ガス（カソード反応ガス）とを利用した電気化学反応によって発生する電気エネルギーを直接取り出すものことから、特に、低温の作動領域において高い発電効率を有する。従って、燃料電池を備えた発電ユニットとしての燃料電池装置によれば、カルノー効率の制約を受ける熱機関と比較して、高い総合エネルギー効率を達成することが可能となり、また、電気化学反応に伴って発生する熱エネルギーの回収も容易である。

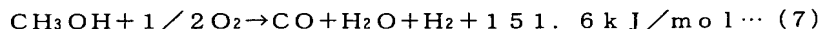
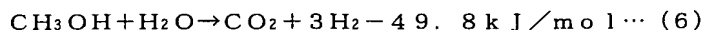
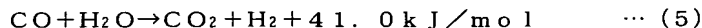
【0003】燃料電池の電極活物質及び電解質としては、水素、酸素、及び、プロトン伝導性電解質を用いるのが一般的であり、この場合、アノードにおいて次の

(1) 式に、カソードにおいて (2) 式に、それぞれ示す電極反応が進行し、全体として (3) 式に示す全電池反応が進行して起電力が発生する。

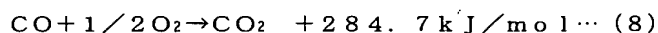


【0004】このような電気化学反応によって電力を発生する燃料電池は、電極活物質、電解質、及び、作動温度等によって分類されるが、中でも、電解質として高分子電解質を用いた、いわゆる高分子電解質型燃料電池

(PEFC) 等は、小型軽量化が容易であることから、電気自動車等の移動車両や小型コジェネレーションシステムの電源としての実用化が期待されている。高分子電解質型燃料電池では、電解質としてプロトン導電性を有する陽イオン交換膜（固体高分子電解質膜）が使用され



【0008】上記の (4) ~ (7) 式から明かなように、水蒸気改質反応により生成した改質ガス中には、ある程度の一酸化炭素が含まれている。このような一酸化炭素を含有する改質ガスを、例えば、貴金属触媒を担持した反応系に直接導入して使用すると、反応温度が比較的低い領域においては一酸化炭素が貴金属触媒に対して



る。そして、燃料ガスとして、例えばメタノールや天然ガスといった炭化水素系原燃料を水蒸気改質して生成される水素含有ガスが用いられ、酸化用ガスとして、例えば空気が用いられる。

【0005】通常、燃料ガスを取得するための水蒸気改質反応は高分子電解質型燃料電池の作動温度（例えば、60 ~ 80℃程度）よりも高温の温度領域（例えば、250℃程度）でないと進行しないので、原燃料を直接アノードに供給して内部改質することができない。そのため、燃料電池の外部に改質装置を設置し、当該改質装置において生成させている。

【0006】通常の改質装置は、水蒸気改質反応を行なう改質部と、水蒸気改質反応により生成させた改質ガスを導入し当該改質ガス中の一酸化炭素を選択的に酸化する選択酸化部とを有する構成とされている。この改質装置における燃料ガスの生成反応について説明すると、例えば、燃料としてメタノールを水蒸気改質する場合には、まず、改質装置に燃料タンクと水タンクからそれぞれメタノールと水を供給して改質部にて水蒸気改質反応を行なわせる。このとき、改質部の水蒸気改質反応を効率よく進行させるためにメタノールと水は改質装置の改質部に供給する前に予め混合し、更に改質装置の入口に蒸発器を設置して混合したメタノールと水を加熱して水蒸気改質反応に適した温度（例えば、250℃程度）を有する混合ガスとしている。この蒸発器における加熱の方式としては、例えば、蒸発器内にバーナや燃焼触媒などを備えた加熱部（加熱・蒸発部）を設け、伝熱壁を介して改質装置に供給するメタノール（燃料）と水とを加熱して蒸発させる方式が知られている。

【0007】そして水蒸気改質反応は、次の (4) 式で示すメタノールの分解反応と (5) 式で示した一酸化炭素の変成反応とが同時に進行すると言われており、全体として (6) 式の反応が起こる。通常、(6) 式に示す水素生成反応を十分に進行させるために過剰量の水が改質装置に供給されている。また、必要に応じて、メタノールと水との混合ガスに空気又は純酸素を混入させて、次の (7) 式に示すメタノールの部分酸化反応を進行させる場合もある。

触媒毒として作用してしまう。そのため、通常は、選択酸化部において、改質ガスに酸素を供給し、改質反応よりもやや低温の温度領域（例えば、120 ~ 200℃程度）において、次の (8) 式に示す一酸化炭素の選択酸化反応を行なわせる。これにより、水素濃度に比して一酸化炭素濃度が極めて低い燃料ガスが生成される。

【0009】ここで、電気自動車等の移動車両や小型コージェネレーションシステムの電源として燃料電池装置を使用する場合など燃料電池に対する負荷要求が変動する場合には、その負荷要求の変動に合わせて燃料電池に供給する燃料ガスの供給量を変化させる必要がある。すなわち、負荷要求の変動に合わせて改質装置に供給する燃料と水との供給量を変化させ、負荷要求が上昇するときには燃料ガスの生成量を増加させて負荷要求が低下するときには燃料ガスの生成量を減少させる必要がある。このとき燃料と水との供給量の変化に追従するようにして上記(4)～(8)式を例として示した改質部における反応を十分に進行させ、所望のガス組成を有する燃料ガスを常に得ることが、燃料電池装置の高い負荷応答性と安定した出力とを得る上で重要となる。

【0010】改質装置で生成される燃料ガスの組成が改質装置の改質部の内部温度と選択酸化部の内部温度に大きく影響をうけるので、負荷要求の変動に合わせて燃料と水との供給量を変化させたときに、改質部の内部温度と選択酸化部の内部温度が上記の所望の組成の燃料ガスを得ることが可能な温度範囲に保たれるように調節することが重要になる。特に、改質部における水蒸気改質反応は全体として吸熱反応であるので反応を円滑に進行させ続けるためには外部から熱を供給する必要がある、しかも負荷要求が変動する場合には、この外部から供給する熱量を適切に調整する必要がある。

【0011】そのため、特開2000-34101号公報には、蒸発器の加熱部(燃烧部)において燃料(メタノール)と水とを負荷変動にあわせて加熱する際に、燃料電池から排出される排ガス中の未使用の水素を加熱燃料として使用し、その供給量を負荷変動にあわせて調節することにより、所定の温度に調節した燃料と水との混合ガスを改質装置に供給する構成の燃料電池装置が提案されている。また、特開2000-34102号公報には、蒸発器の加熱部(燃烧部)において燃料(メタノール)と水とを負荷変動にあわせて加熱する際に、加熱部に供給する加熱燃料(メタノール)、酸素の少なくとも一方の供給量を負荷変動にあわせて調節することにより、所定の温度に調節した燃料と水との混合ガスを改質装置に供給する構成の燃料電池装置が提案されている。更に、特開2000-53403号公報には、改質装置の改質部内において、負荷変動にあわせて(7)式に示す燃料(メタノール)の部分酸化反応に使用する酸素の供給量を調節することにより、この反応の発熱量と水蒸気改質反応の吸熱量とを調節し、改質部内を所定の温度に調節する構成の燃料電池装置が提案されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本発明者らは、特開2000-34102号公報に記載の燃料電池装置であっても、蒸発器の加熱部の伝熱壁の昇温や減温に時間を要するため、急激な負荷変動に対する的確

な応答性を十分に得ることが困難となる場合があり、未だ十分なものではないことを見出した。また、本発明者らは、特開2000-34101号公報に記載の燃料電池装置においては、上記の蒸発器の昇温時や減温時の応答性の問題に加えて、燃料電池を高い水素利用率の条件の下で作動させる場合に蒸発器の加熱部に対する未反応の水素ガスの供給量が不足し急激な負荷変動に対する的確な応答性を十分に得ることが困難となる場合があり、未だ十分なものではないことを見出した。

10 【0013】更に、本発明者らは、特開2000-53403号公報に記載の燃料電池装置においても、改質装置の改質部は比較的大きなスペースを有しているので改質部内のガスの昇温や減温に時間を要するため、急激な負荷変動に対する的確な応答性を十分に得ることが困難となる場合があり、また、部分酸化反応に使用する酸素の供給口の設置位置が限定されるため改質部内の温度を均一にすることが困難となるので、局部的に高温となる領域が生じるとその領域に位置する改質触媒が劣化し触媒活性が失われてしまう場合があり、未だ十分なものではないことを見出した。

20 【0014】このように燃料電池への負荷要求の変動に対する的確な応答性を十分に得ることが困難となり、改質装置の改質部の温度が所定の温度よりも低温となると、改質装置において生成する燃料ガス中の水素濃度が負荷要求に対応せず所望の出力を得ることが困難となる。また、この場合には燃料ガス中の一酸化炭素濃度が許容範囲の上限を超えてしまい、燃料電池のアノードの電極触媒を被毒して最終的には燃料電池が発電不能に陥ってしまう場合がある。一方、改質装置の改質部の温度が所定の温度よりも高温となると、上記の問題に加えて改質部に配置されている改質触媒が劣化して触媒活性を失い、最終的には装置全体が作動不能に陥ってしまう場合がある。

30 【0015】そこで、本発明は、燃料電池への負荷要求の変動に伴い改質装置に供給する燃料の供給量を変動させても、水蒸気改質反応を所定の反応温度の下で安定して進行させることのできる負荷応答性の高い燃料電池装置及びその運転方法を提供することを目的とする。

【0016】

40 【課題を解決するための手段】本発明による燃料電池装置は、アノードとカソードとによって挟持された高分子電解質を有する燃料電池を備え、改質装置で生成されたアノード反応ガスをアノードに供給すると共に、カソード反応ガスをカソードに供給し、アノードとカソードとでそれぞれ電気化学反応させて電力を発生する燃料電池装置において、燃料と水とを含む改質用流体を改質装置に供給する改質用流体供給手段と、改質用流体供給手段と改質装置とを結ぶガスライン上に設けられており、改質用流体を蒸発させる蒸発部と、蒸発部と改質装置とを結ぶガスライン上に設けられており、かつ、燃焼触媒を

有しており、酸素を含む燃焼用ガスを使用して蒸発部から流出する改質用流体中の燃料の一部を燃焼させることにより当該改質用流体を水蒸気改質反応の進行に適した温度にまで昇温させる昇温部と、を備えることを特徴とする。

【0017】本発明の燃料電池装置における燃焼触媒を有する昇温部では、昇温部に所定量の燃焼用ガスを供給することにより、蒸発部から流出する改質用流体中の燃料の一部を燃焼触媒上で燃焼させ、蒸発部における加熱方式のように伝熱壁等を介在させることなく改質用流体を直接昇温することができる。そのため、改質用流体を必要に応じて極めて迅速に所望の温度にまで昇温することが可能となる。

【0018】また、昇温部では、昇温部に供給する燃焼用ガスを遮断することにより迅速に改質用流体中の燃料の燃焼反応を停止し、改質用流体の昇温を迅速に停止することができる。そのため、例えば、蒸発部から流出する改質用流体の温度を水蒸気改質反応の進行に適した温度よりも常に低くなるように蒸発部のバーナ等を配置した加熱部における加熱条件を設定しておくことにより、後段の昇温部に供給する燃焼用ガスの供給量を減少させるか又は遮断することにより、改質用流体を必要に応じて極めて迅速に所望の温度にまで減温することが可能となる。

【0019】このような構成の燃料電池装置によれば、燃料電池への負荷要求が増加して改質装置へ供給する改質用流体の供給量が増加した場合、蒸発部のバーナ等を配置した加熱部における加熱条件がこの負荷要求の変動に迅速に追従できず、改質用流体を迅速に加熱することができなくても、後段の昇温部において極めて迅速に所望の温度にまで昇温することができる。また、燃料電池への負荷要求が減少して改質装置へ供給する改質用流体の供給量が減少した場合、蒸発部の加熱部における加熱条件がこの負荷要求の変動に迅速に追従できず、改質用流体を迅速に減温することができなくても、例えば、蒸発部のバーナ等を配置した加熱部における加熱条件を上記のように予め設定しておくことにより、後段の昇温部において極めて迅速に所望の温度にまで減温することができる。

【0020】従って、本発明の燃料電池装置は、負荷要求の変動に伴い改質装置に供給する燃料の供給量を変動しても、水蒸気改質反応を所定の反応温度の下で安定して進行させることができる高い負荷応答性を有する。

【0021】なお、昇温部に配置される燃焼触媒の種類は特に限定されないが、例えば、燃料をメタノールとした場合には、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ にPtを所定量担持した触媒（Pt/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）を使用してもよい。そして、昇温部に配置される燃焼触媒の量は、昇温部における燃焼反応により消費される燃料の量を考慮しつつ燃料電池への負荷要求が最大となる場合を想定し、十分な量が設定される。

これにより、燃料の供給量が最大となっても、昇温部において十分に燃焼反応を進行させて水蒸気改質反応の進行に適した温度の燃料と水との混合ガスを常に改質装置に供給可能とすることができる。

【0022】ここで、本発明において、水蒸気改質反応の進行に適した温度とは、改質装置に配置される改質触媒が劣化すること無く水蒸気改質反応に対する十分な触媒活性を継続的に発揮できる温度を示す。水蒸気改質反応の進行に適した温度は、使用する触媒の種類により好適な温度範囲があり、改質装置に供給される改質用流体である燃料と水との混合ガスの供給量に応じてこの温度範囲内の所定の温度が選択される。例えば、Cu-Zn系の改質触媒を使用する場合においては、例えば、200℃～300℃の温度範囲から所定の水蒸気改質反応の進行に適した温度が選択される。例えば、この場合にCu-Zn系の改質触媒が300℃を超える温度領域に置かれると、劣化して触媒活性が失われてしまう傾向が大きくなる。一方、Cu-Zn系の改質触媒が200℃未満の温度領域に置かれると、水蒸気改質反応を十分に進行することが困難となる。

【0023】また、本発明の燃料電池装置においては、昇温部に燃焼用ガスを供給する燃焼用ガス供給手段と、昇温部と燃焼用ガス供給手段とを結ぶガスライン上に設けられた燃焼用ガス流量調整手段と、昇温部と改質装置とを結ぶガスライン上に設けられており、昇温部から流出する改質用流体の温度を測定する改質用流体温度測定手段と、改質用流体温度測定手段により測定された改質用流体の温度に基づいて燃焼用ガス流量調整手段を制御する制御手段とを更に備えることが好ましい。

【0024】このような構成とすれば、燃料電池への負荷要求が変動して改質装置に供給する改質用流体の供給量が変動しても、昇温部から流出する改質用流体の温度をより確実に水蒸気改質反応の進行に適した温度に調節することができる。例えば、改質用流体の供給量が変動する場合において、改質用流体温度測定手段により測定される改質用流体の温度から燃焼用ガス流量調整手段から昇温部に供給する燃焼用ガスの供給量を決定するデータは、蒸発部の加熱条件も考慮して理論計算及び実験データにより予め把握しておくことができる。なお、このとき負荷変動に伴い改質用流体供給手段から供給される改質用流体の供給量は、昇温部の部分酸化反応において消費される燃料の量を加味して設定される。

【0025】更にこの場合、改質装置が、水蒸気改質反応により改質用流体から水素と一酸化炭素を含む改質ガスを生成する改質部と、改質ガスと酸素を含む選択酸化用ガスとを導入し当該改質ガス中の一酸化炭素を選択酸化する選択酸化部と、選択酸化部に選択酸化用ガスを供給する選択酸化用ガス供給手段と、選択酸化部と選択酸化用ガス供給手段とを結ぶガスラインに設けられた選択酸化用ガス流量調整手段と、改質部に設けられた当該



改質部の内部温度を測定する改質部温度測定手段とを備えており、制御手段は、改質部温度測定手段により測定された改質部の内部温度に基づいて、選択酸化用ガス流量調整手段を更に制御することが好ましい。

【0026】このような構成とすれば、改質部の内部温度を測定することにより、改質部における混合ガス中の一酸化炭素の濃度を精度よく測定することができる。更には、選択酸化部に供給する選択酸化用ガスの供給量も精度よく設定することができる。これにより、改質部において生成された改質ガス中の水素の損失を十分に抑制しつつ、当該改質ガス中に含まれる一酸化炭素を所定値にまで精度よく低減することが可能である。また、必要に応じて改質部或いは選択酸化部にCOセンサを更に搭載して一酸化炭素の濃度を測定してもよい。

【0027】なお、このように、改質装置の改質部の温度を測定することにより、改質装置内において生成する燃料ガス中的一酸化炭素濃度を把握することが可能となるのは、改質装置内の水蒸気改質反応及び選択酸化反応がいずれも金属触媒上で進行する接触反応であるからである。すなわち、改質装置に供給されるメタノール、改質用水、空気等の反応物の条件（組成比、流量、全圧等）と触媒の条件（種類、担持量、分散度等）とを設定すれば、(4)～(8)式で示される反応が定常状態に達した際の反応物（燃料、H<sub>2</sub>O、空気等）と生成物

(H<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>等)とからなる混合ガス（改質ガス）の成分組成は、観測される反応温度によりほぼ決定できるからである。実際には、改質装置により触媒の条件は決まるので、改質ガス中的一酸化炭素濃度が許容濃度以下となる所望の定常状態に到達するときの上記の反応物及び反応温度の条件を理論計算、及び実験データにより予め把握しておくことにより、反応物の条件を設定すれば、改質装置内の温度をモニタすることによりアノード反応ガス中的一酸化炭素濃度が許容濃度以下に到達したか否か確認することができる。

【0028】また、この場合、改質部中の燃料を部分酸化するための酸素を含む部分酸化用ガスを供給する部分酸化用ガス供給手段と、改質部と部分酸化用ガス供給手段とを結ぶガスライン上に設けられた部分酸化用ガス流量調整手段を更に備え、制御手段は、改質部温度測定手段により測定された改質部の内部温度に基づいて、部分酸化用ガス流量調整手段を更に制御することが好ましい。

【0029】このように、昇温部における燃焼反応に加えて改質部における燃料の部分酸化反応を利用することにより、改質部の内部温度を水蒸気改質反応の進行に適した温度により精度よく調節することができる。

【0030】更に、この場合、燃焼用ガス流量調整手段の出口における流体の圧力を略一定に保つ圧力調整手段を更に備え、燃焼用ガス供給手段は燃焼用ガス流量調整手段に略一定の圧力で燃焼用ガスを供給可能であり、燃

焼用ガス流量調整手段は昇温部と燃焼用ガス供給手段とを結ぶガスラインを断続的に開閉可能であることが好ましい。

【0031】このような構成のもとでは、燃焼用ガス流量調整手段の入口と出口との間の差圧が常に略一定となるので、当該差圧と燃焼用ガス流量調整手段の開通時間とから昇温部に供給する燃焼用ガスの量を精度よく設定可能となる。従って、この燃料電池装置では、燃焼用ガス流量調整手段を開閉制御するだけで、昇温部から流出する改質用流体の温度を最適かつ精度よく調節することが可能となる。

【0032】更に、この場合、燃焼用ガス流量調整手段は、弁本体に形成された流路を開閉する弁体に取り付けられた可動鉄心と、可動鉄心を覆うように配置された電磁コイルとを備える電磁弁であると好ましい。

【0033】このような電磁弁は、きわめて低コストかつコンパクトに製造可能であり、かつ、単純な制御によって確実に作動させることが可能なものである。従って、このような構成を採用すれば、燃料電池装置全体をコストダウン化、コンパクト化することが可能となり、また、燃焼用ガスの供給を安定化させることができる。

【0034】また、この場合、電磁コイルに駆動電圧を断続的に印加するためのパルスを発生するパルス発生手段を更に備え、制御手段は、改質用流体温度測定手段により測定された改質用流体の温度に基づいて燃焼用ガス流量調整手段の開通時間と閉止時間とを定め、当該開通時間と閉止時間とに応じたパルスをパルス発生手段に発生させるものと好ましい。

【0035】このような構成を採用すれば、燃焼用ガス流量調整手段としての電磁弁を極めて確実かつ精度よく開閉制御することができる。これにより、燃焼用ガスの供給量を極めて精度よく調節することが可能となる。

【0036】また、本発明による燃料電池装置の運転方法は、アノードとカソードとによって挟持された高分子電解質を有する燃料電池を備え、改質装置で生成したアノード反応ガスをアノードに供給すると共にカソード反応ガス供給手段からカソード反応ガスをカソードに供給し、アノードとカソードとでそれぞれ電気化学反応させて電力を発生させる燃料電池装置の運転方法において、改質装置に供給する燃料と水とを含む改質用流体を蒸発させる蒸発部と改質装置とを結ぶガスライン上に、燃焼触媒を有する昇温部を設け、酸素を含む燃焼用ガスを使用して蒸発部から流出する改質用流体中の燃料の一部を燃焼させることにより当該改質用流体を昇温させ、改質装置の内部温度を水蒸気改質反応の進行に適した温度にさせることを特徴とする。

【0037】また、この場合、昇温部と改質装置とを結ぶガスライン内を流通する改質用流体の温度を測定し、当該温度に基づいて、昇温部に供給する燃焼用ガスの量を設定することが好ましい。

【0038】更に、この場合、昇温部と改質装置とを結ぶガスライン内を流通する改質用流体の温度に基づいて、昇温部に対して供給する燃焼用ガスの供給継続時間と供給停止時間との割合を設定することが好ましい。

#### 【0039】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明による燃料電池装置、及び、燃料電池装置の運転方法の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0040】図1は、本発明による燃料電池装置を示す系統図である。同図に示す燃料電池装置1は、移動車両や小型コジェネレーションシステムの電源として採用すると好適なものであり、固体高分子電解質型の燃料電池FCを備える。この燃料電池FCは、水素を含む燃料ガス（アノード反応ガス）と、酸化用ガスとしての空気（カソード反応ガス）とを利用した電気化学反応によって電気エネルギーを発生する。なお、燃料電池装置1に、直接メタノール型燃料電池（DMFC）を備えることも可能である。

【0041】図1に示すように、燃料電池装置1は、燃料ガスを生成するための燃料供給部10、水供給部20、蒸発部110、昇温部100、及び、改質装置30を備えている。改質用流体供給手段としての燃料供給部10は、燃料ガスを生成するためのメタノールを貯留する燃料タンク11を有する。燃料タンク11内には、燃料ポンプP1が配置されており、燃料ポンプP1の吐出口には、圧力調整ラインLP1の一端が接続されている。圧力調整ラインLP1は、中途に圧力調整弁PRV1を有し、その他端側は燃料タンク11内に導かれている。圧力調整弁PRV1は、燃料ポンプP1から吐出されて圧力調整ラインLP1内を流通する流体圧力を所定値に保つ。なお、圧力調整弁PRV1による圧力調整によって余剰となったメタノールは、圧力調整ラインLP1を介して燃料タンク11内に返送される。

【0042】また、圧力調整ラインLP1からは、燃料ポンプP1と圧力調整弁PRV1との間において燃料ラインL1とL30とがそれぞれ分岐されている。燃料ラインL1は中途に電磁弁SV1を有し、燃料供給ラインLS1に接続されている。ここで、燃料ポンプP1と圧力調整弁PRV1との間における圧力調整ラインLP1内の流体圧力は、燃料供給部10の圧力調整弁PRV1によって一定に保たれている。従って、電磁弁SV1の上流側における燃料ラインL1内の流体圧力は常に一定となる。この電磁弁SV1は、制御装置90（図6参照）と電気的に接続されており、燃料ラインL1の開通時間と閉止時間を制御されている。その結果、燃料供給部10から改質装置30に供給されるメタノールの流量は、燃料電池装置1の作動状況に応じて調節される。

【0043】一方、燃料ラインL30は、中途に電磁弁SV6を有し、燃料供給ラインLS2に接続されている。そして、燃料ポンプP1と圧力調整弁PRV1との

間における圧力調整ラインLP1内の流体圧力は、燃料供給部10の圧力調整弁PRV1によって一定に保たれているので、電磁弁SV6の上流側における燃料ラインL30内の流体圧力は常に一定となる。この電磁弁SV6も、制御装置90（図6参照）と電気的に接続されており、燃料ラインL30の開通時間と閉止時間を制御されている。その結果、燃料供給部10から改質装置30に供給されるメタノールの流量は、燃料電池装置1の作動状況に応じて調節される。

【0044】同様に、改質用流体供給手段としての水供給部20は、燃料（メタノール）を改質する際に改質用流体として利用される水を貯留する水タンク21を有する。水タンク21内には、水ポンプP2が配置されており、水ポンプP2の吐出口には、圧力調整ラインLP2の一端が接続されている。この圧力調整ラインLP2も、中途に圧力調整弁PRV2を有し、その他端側は水タンク21内に導かれている。圧力調整弁PRV2は、水ポンプP2から吐出されて圧力調整ラインLP2内を流通する流体圧力を所定値に保つ。なお、圧力調整弁PRV2による圧力調整によって余剰となった水は、圧力調整ラインLP2を介して水タンク21内に返送される。

【0045】そして、圧力調整ラインLPからは、水ポンプP2と圧力調整弁PRV2との間において改質用水ラインL2と水ラインL40とがそれぞれ分岐されている。改質用水ラインL2は、中途に電磁弁SV2を有し、燃料ラインL1と燃料供給ラインLS1との接続部に合流している。ここで、上述したように、水ポンプP2と圧力調整弁PRV2との間における圧力調整ラインLP2内の流体圧力は、水供給部20の圧力調整弁PRV2によって一定に保たれている。従って、電磁弁SV2の上流側における改質用水ラインL2内の流体圧力は常に一定となる。

【0046】また、この電磁弁SV2は、制御装置90（図6参照）と電気的に接続されており、改質用水ラインL2の開通時間と閉止時間を制御されている。その結果、水供給部20から改質装置30に供給される改質用水の流量は、燃料電池装置1の作動状況に応じて調節される。例えば、改質用水の流量は、改質装置30内の水蒸気改質反応及び選択反応を円滑に進行させて生成してくるCOの分圧を所定範囲内に抑制することが可能である範囲内に調節することが可能である。また、例えば、改質装置30で生成される燃料ガスの水蒸気分圧を燃料電池FCの作動温度における飽和蒸気圧以下となる範囲内に予め調節して燃料電池FCに備えられている高分子電解質膜EMの加湿条件を設定することも可能である。

【0047】また、水ラインL40は、中途に電磁弁SV7を有し、燃料ラインL1と燃料供給ラインLS1との接続部に合流している。そして、水ポンプP2と圧力調整弁PRV2との間における圧力調整ラインLP2内

の流体圧力は、水供給部 20 の圧力調整弁 PRV 2 によって一定に保たれているので、電磁弁 SV 7 の上流側における水ライン L 40 内の流体圧力は常に一定となる。この電磁弁 SV 7 も、制御装置 90 (図 6 参照) と電気的に接続されており、水ライン L 40 の開通時間と閉止時間を制御されている。その結果、水供給部 20 から改質装置 30 に供給されるメタノールの流量は、燃料電池装置 1 の作動状況に応じて調節される。

【0048】燃料供給部 10 から燃料ライン L 1 を経て供給されるメタノールと水供給部 20 から改質用水ライン L 2 を経て供給される改質用水は、燃料供給ライン L S 1 との合流部で混ざり合い、燃料供給ライン L S 1 を介して蒸発部 110 に供給される。一方、燃料供給部 10 から燃料ライン L 30 を経て供給されるメタノールと水供給部 20 から水ライン L 40 を経て供給される改質用水は、燃料供給ライン L S 2 との合流部で混ざり合い、燃料供給ライン L S 2 を介して蒸発部 110 内に供給される。

【0049】蒸発部 110 は、伝熱管 T 110 と T 112 とを有する熱交換部と図示しないバーナを備えた加熱部とから構成されている。そして、熱交換部の伝熱管 T 110 には燃料供給ライン L S 1 が接続されており、伝熱管 T 112 には燃料供給ライン L S 2 が接続されている。

【0050】燃料供給ライン L S 1 から供給される水メタノール混合液は、加熱部のバーナが発生する熱により熱交換部の伝熱管 T 110 の伝熱壁を介して加熱されて水メタノール混合ガスとなる。そして、蒸発部 110 で気化・昇温した水メタノール混合ガスは、伝熱管 T 110 の出口に接続された燃料供給ライン L S 3 内を改質装置 30 に向けて進行する。一方、燃料供給部 10 及び水供給部 20 から燃料供給ライン L S 2 を経て供給される水メタノール混合液は、熱交換部の伝熱管 T 112 内において予熱されて気化・昇温して水メタノール混合ガスとなる。次に、水メタノール混合ガスは伝熱管 T 112 の出口に接続された燃料供給ライン L S 4 と燃料電池 FC の排ガスライン L 14 にとの合流部に導かれて排ガスライン L 14 内の排ガスと混合される。そしてこの水メタノール混合ガスは燃料電池 FC の排ガスとともに蒸発部 110 の加熱部に導かれ、加熱部においてバーナの燃料として使用される。蒸発部 110 のバーナには燃焼触媒が備えられており、排ガスライン L 14 から流入する水メタノール混合ガスと燃料電池 FC の排ガスとの混合ガス中の可燃成分と酸素とが燃焼反応を起す。

【0051】蒸発部 110 と改質装置 30 とを結ぶ燃料供給ライン L S 3 の中途には、蒸発部 110 から流出する水メタノール混合ガスの温度を改質装置における水蒸気改質反応の進行に適した温度にまで昇温させるための昇温部 100 が配置されている。そして、昇温部 100 と改質装置 30 とを結ぶ燃料供給ライン L S 3 には昇温

部 100 から流出する水メタノール混合ガスの温度を測定するための温度センサ TS 100 が設けられている。更に、この昇温部 100 と蒸発部 110 とを結ぶ燃料供給ライン L S 3 には、中途に燃焼用ガス供給手段として機能する電磁弁 SV 5 を有する空気ライン L 50 が接続されており、燃料供給ライン L S 3 との合流部において蒸発部 110 から流出する水メタノール混合ガスに空気ライン L 50 を介して燃焼用ガスとしての空気が必要に応じて供給される。このようにして昇温部 100 内には、水メタノール混合ガスに所定量の空気が必要に応じて混合されて供給される。

【0052】昇温部 100 の内部には、蒸発部 110 から流入する水メタノール混合ガス中のメタノールの一部と空気に含まれる酸素とを燃焼反応させる燃焼触媒を担持させたハニカム状の多孔質体 (図示せず) が配置されている。この燃焼触媒の種類は特に限定されるものではなく、例えば、アルミナ ( $Al_2O_3$ ) に白金を 1 wt % 以下担持させた微粒子状の触媒が使用される。例えば、 $Al_2O_3$  に白金を 0.2 wt % 担持させた燃焼触媒は、メタノールの燃焼に対して十分な活性を有している。電磁弁 SV 5 によって空気が混合された水メタノール混合ガスが昇温部 100 に流入して当該酸化触媒の表面を通過すると、燃焼触媒上では水メタノール混合ガス中のメタノールの一部と空気に含まれる酸素との間で燃焼反応が起こり、水メタノール混合ガスが水蒸気改質反応の進行に適した所定の温度まで昇温調節されて昇温部 100 から流出する。水蒸気改質反応の進行に適した所定の温度とは、使用する燃料の種類、昇温部 100 に配置された燃焼触媒の種類とその活性温度、改質装置 30 内に配置される改質触媒の種類とその活性温度等により最適な温度が実験データや理論計算などにより決定される。例えば、メタノールを燃料として使用する場合 240℃～260℃とすることが好ましい。

【0053】また、温度センサ TS 100 は、昇温部 100 から流出する水メタノール混合ガスの温度が、改質部 32 内の水蒸気改質反応が所定の定常状態で進行するのに適した温度であるか否かを測定するためのものである。そして、温度センサ TS 100 は制御装置 90 (図 6 参照) と電気的に接続されており、温度センサ TS 100 により測定された昇温部 100 から流出する水メタノール混合ガスの温度のデータは制御装置 90 に出力されて処理される。なお、温度センサ TS 32 としては、測定温度領域や設置位置などの使用条件のもとで使用可能な熱電対等が用いられる。更に、電磁弁 SV 5 も、制御装置 90 (図 6 参照) と電気的に接続されており、温度センサ TS 100 により測定された昇温部 100 から流出する水メタノール混合ガスの温度のデータに基づいて空気ライン L 50 の開通時間と閉止時間を制御されている。そして、その結果、昇温部 100 に供給される空気の流量は、燃料電池装置 1 の作動状況に応じて調節さ

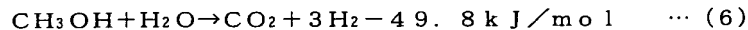
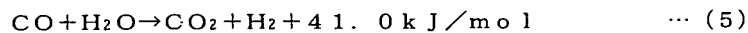
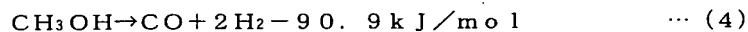
れる。

【0054】更に、電磁弁SV5の出口側の空気ラインL50には、電磁弁SV5の近傍に位置するように圧力調整手段として機能する圧力調整弁PRV6が配置されている。この圧力調整弁PRV6は、電磁弁SV5の出口における空気の圧力を常に所定値に維持するものである。これにより、電磁弁SV5から空気ラインL50に供給する空気の圧力を、常に一定に保つことができる。

【0055】この昇温部100では、温度センサTS100の測定値に基づいて電磁弁SV5から所定量の燃焼用ガスである空気を供給することにより、蒸発部110から流出する水メタノール混合ガス中のメタノールの一部を燃焼触媒上で燃焼させ、蒸発部110の加熱部における加熱方式のように伝熱壁等を介在させることなく水メタノール混合ガスを直接的にしかも速やかに昇温することができる。そのため、蒸発部110から流出する水メタノール混合ガスの温度が水蒸気改質反応を十分に進行することのできる所望の温度よりも低い場合でも必要に応じて極めて迅速に所望の温度にまで昇温することが可能となる。

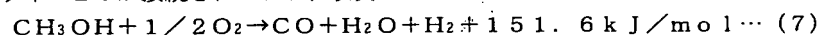
【0056】また、昇温部100では、電磁弁SV5から供給する燃焼用の空気を遮断することにより迅速に水メタノール混合ガス中の燃料の燃焼反応を停止し、水メタノール混合ガスの昇温を迅速に停止することができる。そのため、例えば、蒸発部110から流出する水メタノール混合ガスの温度を水蒸気改質反応の進行に適した温度よりも常に低くなるように蒸発部110の加熱部における加熱条件を設定しておくことにより、電磁弁SV5から後段の昇温部100に供給する燃焼用ガスの供給量を減少させるか又は遮断することにより、水メタノール混合ガスを必要に応じて極めて迅速に所望の温度にまで減温することが可能となる。

【0057】このような構成によれば、燃料電池FCへ



【0060】上記(4)～(6)式に示す水蒸気改質反応は、全体として吸熱反応であることから、反応を進行させるための熱を改質部32内に供給する必要がある。このため、上述したようにこの燃料電池装置1においては昇温部100において昇温された水メタノール混合ガスが熱を同伴しながら改質部32に流れ込むように構成されている。なお、Cu-Zn触媒によって水蒸気改質反応を進行させた場合、改質部32の内部温度は、240～300℃の温度範囲が好ましい。

【0061】更に、この改質部32には、中途に電磁弁SV3を有する空気ラインL3が接続されており、改質



【0062】これにより、吸熱反応による熱を更に補うことができる。また、この改質部32には改質部32内

の負荷要求が急激に増加して改質装置30へ供給する水メタノール混合ガスの供給量が増加した場合、蒸発部110の加熱部における加熱条件がこの負荷要求の変動に迅速に追従できず、水メタノール混合ガスを迅速に加熱することができなくとも、後段の昇温部100において極めて迅速に所望の温度にまで昇温することができる。また、燃料電池FCへの負荷要求が減少して改質装置30へ供給する水メタノール混合ガスの供給量が減少した場合、蒸発部110の加熱部における加熱条件がこの負荷要求の変動に迅速に追従できず、水メタノール混合ガスを迅速に減温することができなくとも、例えば、蒸発部110の加熱部における加熱条件を上記のように常に水蒸気改質反応の進行に適した温度よりも常に低くなるように予め設定しておくことにより、改質装置30供給する水メタノール混合ガスの温度管理を昇温部100において最終的に行なうことができ、極めて迅速に所望の温度にまで減温することができる。

【0058】改質装置30は、燃料供給部10から供給されるメタノールを水供給部20から供給される改質用水を利用した水蒸気改質によって水素を含む燃料ガスを生成するものである。改質装置30は、改質部32及び選択酸化部33から構成されている。

【0059】改質装置30における燃料ガスの生成工程について説明すると、昇温部100から流出する水メタノール混合ガスは、まず改質部32に供給される。改質部32の内部には、改質触媒として、例えば、 $\text{CH}_3\text{OH}$ 及びCO吸着能をもった微粒子状の複合酸化物触媒を担持させたハニカム状の多孔質体(図示せず)が配置されている。改質部32に流入した水メタノール混合ガスが当該改質触媒の表面を通過すると、以下の(4)、(5)、及び、(6)式に示した反応が進行し、これにより、水素リッチな改質ガスが生成される。

部32内には、空気ラインL3を介して改質用の空気が必要に応じて供給される。改質部32内に改質用空気が供給された場合、改質部32では、昇温部100から流入する水メタノール混合ガス中のメタノールと改質用の空気に含まれる酸素との間で、次の(7)式に示す反応が進行する。この電磁弁SV3も、制御装置90(図6参照)と電気的に接続されており、空気ラインL3の開通時間と閉止時間を制御されている。その結果、改質部32に供給される改質用の空気の流量は、燃料電池装置1の作動状況に応じて調節される。

の温度 $t_{32}$ を測定するための温度センサTS32(図示せず)が備えられている。この温度センサTS32は、

10

20

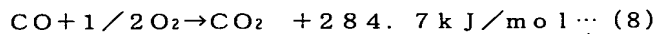
30

40

50

(4)～(7)で示される改質部32内の水蒸気改質反応が所定の定常状態で進行しているか否かをモニタするためのものである。そして、温度センサTS32は制御装置90(図6参照)と電氣的に接続されており、温度センサTS32により測定された改質部32内の温度 $t_{32}$ のデータは制御装置90に出力されて処理される。なお、温度センサTS32としては、測定温度領域や設置位置などの使用条件のもとで使用可能な熱電対等が用いられる。

【0063】このようにして改質部32で生成された改質ガスは、次に、選択酸化部33に流入する。選択酸化部33には、メタロシリケート触媒等のCO選択酸化触媒を担持させた多孔質体(図示せず)が配置されてい



【0064】これにより、改質部32で生成された改質ガス中の一酸化炭素のみが選択的に酸化され、選択酸化部33では、一酸化炭素濃度が十分に低減された燃料ガスが生成されることになる。そして、改質装置30の選択酸化部33で生成された燃料ガスは、燃料ガス供給ラインL5を介して燃料電池FCに供給される。

【0065】また、この選択酸化部33には選択酸化部33内の温度 $t_{33}$ を測定するための温度センサTS33(図示せず)が備えられている。この温度センサTS33は、(8)式に示される選択酸化部33内のCO選択酸化反応が所定の定常状態で進行しているか否かをモニタするためのものである。そして、温度センサTS33は制御装置90(図6参照)と電氣的に接続されており、温度センサTS33により測定された選択酸化部33内の温度 $t_{33}$ のデータは制御装置90に出力されて処理される。なお、温度センサTS33としては、測定温度領域や設置位置などの使用条件のもとで使用可能な熱電対等が用いられる。

【0066】更に、この燃料ガス供給ラインL5には、改質装置30の近傍に位置するように圧力調整弁PRV3が配置されている。この圧力調整弁PRV3は、改質装置出口における燃料ガス供給ラインL5内の燃料ガスの圧力を常に所定値に維持するものである。これにより、蒸発部110、昇温部100、改質装置30(改質部32及び選択酸化部33)の内部における水メタノール混合ガス、改質ガスといった流体の圧力を、燃料電池装置1のコストアップを抑制しながら常に一定に保つことができる。

【0067】また、圧力調整弁PRV3の下流側には、凝縮器35が配置されている。改質装置30から流出して燃料ガス供給ラインL5を流通する燃料ガスは、改質装置30で進行する水蒸気改質反応の反応温度に応じて昇温しているが、この凝縮器35において燃料電池FCの作動温度近傍まで冷却される。これに伴い、燃料ガス中に含まれている水蒸気も冷却されて凝縮し、燃料ガス中の水蒸気分圧も燃料電池FCの作動温度における飽和

る。また、選択酸化部33には、中途に電磁弁SV4を有する空気ラインL4が接続されており、選択酸化部33内には、空気ラインL4を介してCO酸化用の空気が供給される。そして、選択酸化部33に流入した改質ガスが当該CO選択酸化触媒の表面を通過すると、空気ラインL4から供給されたCO酸化用の空気が利用されて、次の(8)式に示す選択酸化反応が進行する。この電磁弁SV4も、制御装置90(図6参照)と電氣的に接続されており、空気ラインL4の開通時間と閉止時間を制御されている。その結果、選択酸化部33に供給されるCO酸化用の空気の流量は、燃料電池装置1の作動状況に応じて調節される。

水蒸気圧以下まで低下する。この結果、燃料電池FC内で燃料ガス中の水蒸気が凝縮してしまうことを防止可能となり、凝縮した水によって燃料ガスの流入を妨げてしまうような事態を防止することができる。なお、凝縮器35で回収された水は、水供給部20の水タンク21内に戻されて各種用途に再利用される。

【0068】また、例えば、電磁弁SV1～SV7を制御して改質装置30で生成される燃料ガスの水蒸気分圧を燃料電池FCの作動温度における飽和蒸気圧以下とするように予め調節する場合には、改質装置30から流出する燃料ガスは、凝縮器35において燃料電池FCの作動温度まで冷却されてもその水蒸気成分が凝縮することはない。この場合には、凝縮器35の規模を大幅に縮小することが可能となる。また、燃料電池FC内で燃料ガス中の水蒸気が凝縮してしまうことを防止可能となり、凝縮した水によって燃料ガスの流入を妨げてしまうような事態をより効果的に防止することができる。

【0069】更に、この凝縮器35には凝縮器35内の温度 $t_{35}$ を測定するための温度センサTS35(図示せず)が備えられている。この温度センサTS35は、凝縮器35内の温度 $t_{35}$ を測定することにより凝縮器35から流出する燃料ガスの温度が所定の温度(例えば、燃料電池FCの作動温度)にまで冷却されているか否かをモニタするためのものである。そして、温度センサTS35は制御装置90(図6参照)と電氣的に接続されており、温度センサTS35により測定された凝縮器35内の温度 $t_{35}$ のデータは制御装置90に出力されて処理される。なお、温度センサTS35としては、測定温度領域や設置位置などの使用条件のもとで使用可能な熱電対等が用いられる。

【0070】一方、図1に示すように燃料電池装置1は、カソード反応ガスとしての空気を燃料電池FCに供給するカソード反応ガス供給手段として、ブローBを備える。このブローBは、中途に空気流量調整弁FRVを有する空気供給ラインL6を介して燃料電池FCと接続されており、大気中の空気を吸込んで所定圧力まで昇圧

させ、燃料電池FCに対して圧送する。これにより、燃料電池FCに向けて圧縮されて所定温度（例えば、120℃程度）まで昇温した空気が供給されることになる。

【0071】また、上述した改質用空気を選択酸化部33に供給するための空気ラインL4は、プロアBに接続された空気供給ラインL6から分岐されており、改質用空気を改質部32に供給するための空気ラインL3は、この空気ラインL4から分岐されている。更に、昇温部100に空気を供給するための空気ラインL50は、この空気ラインL3から分岐されている。すなわち、プロアBは、改質装置30の改質部32及び選択酸化部33に改質用空気を供給する流体供給手段及び昇温部100に空気を供給するための燃焼用ガス供給手段としても機能する。これにより、改質用空気を供給するための供給源、燃焼用の空気を供給するための供給源を別途設ける必要がなくなるので、燃料電池装置1全体のコンパクト化を図ることができる。

【0072】更に、プロアBと、燃料電池FCの各カソードCと接続されている空気入口47bとを結ぶ空気供給ラインL6上には、熱交換器70が設けられている。これにより、プロアBから圧送される空気は、熱交換器70の内部を経由した後、燃料電池FCの空気入口47bに流入することになる。熱交換器70は、密閉容器として構成されている。また、熱交換器70内には、伝熱管T70が配置されている。そして、冷却系統60の冷却媒体戻りラインL10からは、熱交換器62の冷媒入口Riにおいて、冷却媒体ラインL16が分岐されており、この冷却媒体ラインL16は、伝熱管T70の流体入口に接続されている。これにより、スタック40等を冷却させて燃料電池の内部温度を反映する所定温度（例えば、60℃～80℃程度）に昇温し、燃料電池FCの冷却媒体出口49bから流出する冷却水等の一部は、ラジエータ61に戻されず、熱交換器70内に配置されている伝熱管T70に流れ込むことになる。熱交換器70内に配置された伝熱管T70の流体出口には、冷却媒体戻りラインL17が接続されており、冷却媒体戻りラインL17は、ポンプP3に戻され、冷却・再循環させられる。

【0073】一方、熱交換器70の内部には、燃料電池FCを冷却させた冷却水等が流通する伝熱管T70が配置されているので、所定温度（120℃程度）まで昇温させられた空気は、燃料電池FCを冷却させて所定温度（例えば、60℃～80℃程度）まで昇温した冷却媒体と伝熱管T70を介して熱交換することになる。これにより、熱交換器70の内部において、プロアBから流入する空気は燃料電池FCの作動温度近傍（例えば、60℃～80℃程度）まで冷却させられ、燃料電池FCの各カソードCに供給されることになる。なお、ここで、カソード側より高分子電解質膜を加湿する場合には、図示しない加湿手段により空気に水蒸気成分を同伴させて各

カソードCに供給する。また、熱交換器70内における熱交換条件等により熱交換器70から流出する空気の温度が燃料電池FCの作動温度よりも高くなる場合においては、熱交換器70と燃料電池FCを結ぶ空気供給ラインL6上に必要に応じて、更に冷却手段を設置してもよい。

【0074】このようにして、燃料電池FCは、改質装置30から燃料ガスの供給を受け、プロアBから空気の供給を受けることになる。この燃料電池FCについて詳細に説明すると、燃料電池FCは、図2に示すように、単セルUC（図3参照）とセパレータSP（図4参照）とを図示しないシール材を介して交互に多数積層させたスタック40を有する。このスタック40は、各単セルUCのアノードAと接続されたアノード集電板41aと、各単セルUCのカソードCと接続されたカソード集電板41bとによって挟持されており、アノード集電板41aとカソード集電板41bとの外方には、絶縁板42が配置されている。

【0075】各絶縁板42の外方には、スタック締付板43を介してフランジ44a、44bが配置されている。各フランジ44a、44bは、膜板45によって連結されると共に強固に締め付けられている。これにより、スタック40、アノード集電板41a、カソード集電板41b、絶縁板42等が一体化される。なお、各フランジ44a、44bは、リブ構造を有する無垢材からなり、これにより、燃料電池FC全体が軽量化される。また、絶縁板42とフランジ44a、44bとの間には、皿ばね等の弾性体46を配置すると好ましく、これにより、燃料電池FCの温度上昇、温度降下によるスタック40の伸縮を吸収することができる。

【0076】更に、燃料電池FCは、カソード集電板41b側に位置する絶縁板42の左上コーナー部を貫通する燃料ガス入口47aを有し、この燃料ガス入口47aには、改質装置30と連なる燃料ガス供給ラインL5が接続される。また、燃料電池FCは、カソード集電板41b側に位置する絶縁板42の右上コーナー部を貫通する空気入口47b（カソード反応ガス入口）を有し、この空気入口47bには、プロアBと連なる空気供給ラインL6が接続される。これにより、燃料ガス入口47aから各単セルUCのアノードAに燃料ガスが流れ込み、空気入口47bから各単セルUCのカソードCに酸化用ガスとしての空気が流れ込むことになる。

【0077】図3に示すように、各単セルUCは、電解質膜EMをガス拡散電極であるアノードAとカソードCとによって挟持させたものである。電解質膜EMは、例えば、含フッ素重合体等の固体高分子材料によって形成されており、湿潤状態で良好なイオン伝導性を示すイオン交換膜である。高分子電解質膜PEMを構成する固体高分子材料としては、スルホン酸基を有するパーフルオロカーボン重合体、ポリサルホン樹脂、ホスホン酸基

又はカルボン酸基を有するパーフルオロカーボン重合体等を用いることができる。商品としては例えば、ナフイオン（デュボン社製）等が挙げられる。

【0078】一方、ガス拡散電極であるアノードA及びカソードCは、何れもガス拡散層と、ガス拡散層上に形成された反応層（触媒層）とからなる。ここで、ガス拡散層と反応層とについて簡単に説明すると、ガス拡散層は、各単セルUC毎に供給された燃料ガス又は空気を反応層側に円滑かつ均一に供給すると共に、反応層における電極反応によって生じる電子を単セルUCの外部に放出させる役割を担うものである。ガス拡散層としては、例えば、電気伝導性を有する多孔質体（本実施形態では、炭素繊維からなるカーボンペーパー）にフッ素系樹脂（例えば、PTFE〔ポリテトラフルオロエチレン〕）を用いて撥水化処理を施したものが使用される。

【0079】また、反応層は、アノードでは、上記

(1)式、カソードでは、上記(2)式にそれぞれ示す電極反応が進行させる役割を担う。この反応層は、いわゆる反応サイトの三次元化、すなわち、触媒とイオン伝導性の電解質からなる領域（電解質ネットワーク）と燃料ガス又は空気が供給される領域（ガス拡散ネットワーク）との三相界面面積の増大化が図られている。具体的には、触媒表面積の大きな触媒担持カーボンブラック微粒子で基礎となる骨格を形成し、当該骨格の一部にPTFE等の撥水剤を分散させて撥水化処理を施することにより、疎水性のガス拡散ネットワークを構築する。そして、上記骨格の他の部分に、高分子電解質を有機溶媒に溶解させた溶液を浸透塗布等して、触媒担持カーボンブラックの表面を高分子電解質で被覆し親水性の電解質ネットワークを構築する。これにより、燃料ガス又は空気とイオン（プロトン）と触媒とを効率よく接触させて各電極反応を速やかに進行させることが可能となる。

【0080】このようなガス拡散層と反応層とからなるアノードAとカソードCは、以下のような手順に従って製造される。まず、界面活性剤を含む有機溶媒中に親水性のカーボンブラック微粒子と疎水性のカーボンブラック微粒子とPTFEとを混入し、USHM（超音波ホモジナイザー）やビーズミルなどによって分散混合させてペースト状のスラリーを調製する。次に、当該スラリーをガス拡散層となるカーボンペーパー上に厚さが均一になるように塗布した上で乾燥させる。そして、当該カーボンペーパーに電気炉又はホットプレス等を用いて熱処理を施し、スラリー内のPTFEを焼結させると共に界面活性剤を除去することにより反応層を形成する。更に、反応層の表面に電極触媒を構成する金属塩を含む溶液（例えば、塩化白金酸水溶液等）を塗布し、電気炉等で乾燥・熱分解させた後、水素還元等の処理を施す。これにより、アノードAとカソードCとが完成する。

【0081】この場合、電極触媒を構成する金属塩を含む溶液は、親水性の電解質ネットワークを経由して反応

層内の細部に浸透して行くことから、水素還元処理等を施した後の反応層内には、電極触媒が高い分散度で担持されることになる。なお、必要に応じて、触媒担持量を低減させたり、疎水性のより優れたガス拡散ネットワークの構築したりするために、フッ素系樹脂で予め被覆した触媒無担持のカーボンブラック微粒子を触媒担持カーボンブラック微粒子に分散させてもよい。

【0082】また、反応層の電気抵抗を低減させるために、触媒無担持のカーボンブラック微粒子からなる骨格に撥水化処理を施すことなく、高分子電解質のみで被覆して高分子電解質自体が構造的に有する疎水性領域をガス拡散ネットワークとすることも可能である。更に、アノードA及びカソードCは、カーボンフェルトや、炭素繊維からなるカーボンクロス等を用いて構成してもよい。

【0083】そして、上述した構成を有するアノードA及びカソードを、固体高分子材料からなる電解質膜EMに接合させることにより、単セルUCが形成される。具体的には、アノードAとカソードCとの反応層を電解質膜EMと接触させた上で、電気炉やホットプレス等で熱処理することにより、単セルUCが完成する。この場合、アノードA及びカソードCの接合面における密着性を向上させるために、アノードA及びカソードCの反応層表面に高分子電解質の膜を有機溶媒に溶解させた溶液を少量塗布した上で熱処理を施すと好ましい。また、アノードAとカソードCとを接合する前に、過酸化水素の希薄溶液にて電解質膜EM中の不純物を酸化除去し、その後、硫酸水溶液で電解質膜EM内のイオン交換基をプロトンフォームにする等して電解質膜の活性化処理を施すと好ましい。

【0084】上述したように構成された単セルUCと共に、スタック40を構成するセパレータSPは、図3に示すように、1体の単セルUCに対して、アノードA側と、カソードC側とにそれぞれ1体ずつ装着される。セパレータSPは、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンといったようなガス不透過の導電性部材により形成され、図4(a)及び図4(b)に示すように、矩形薄板状を呈する。ここで、図4(a)は、セパレータSPの表裏面のうち、アノードAと接する側の面（以下「アノード接触面」という）をアノードA側から見た平面図であり、カソードCと接する側の面（以下「カソード接触面」という）をカソードC側から見た平面図である。

【0085】図4(a)及び図4(b)に示すように、セパレータSPの四隅には、その側縁部に沿って延びる長穴状の開口部50a、50b、51a、51bが形成されている。また、セパレータSPのアノード接触面には、一端側が図中右上の開口部50aと連通し、他端側が図中左下の開口部51aと連通するように、S字状に屈曲する複数の溝52が形成されている。更に、セパレ



ータSPのカソード接触面には、一端側が図中右上の開口部50bと連通し、他端側が図中左下の開口部51bと連通するように、S字状に屈曲する複数の溝53が形成されている。

【0086】このように構成されたセパレータSPと単セルUCとを多数積層させてスタック40を構成すると、各開口部50a、50b、51a、51bは、それぞれ1本の流路を形成する。また、各セパレータSPのアノード接触面に形成された各溝52は、各単セルUCのアノードAの表面とにより、燃料ガス流路54を画成する（図3参照）。更に、各セパレータSPのカソード接触面に形成された各溝53は、各単セルUCのカソードCの表面とにより、空気流路55を画成する（図3参照）。そして、開口部50aが形成する流路は、燃料ガス入口47aと連通され、開口部50bが形成する流路は、空気入口47bと連通される。

【0087】これにより、改質装置30で生成された燃料ガスは、燃料ガス入口47aと、各セパレータSPの開口部50aとを介して、各セパレータSPの各溝52とアノードAの表面とによって画成される燃料ガス流路54に流れ込む。そして、燃料ガスが燃料ガス流路54を流通すると、各アノードAで上記（1）式に示す反応が進行する。また、ブローAから供給される酸化用ガスとしての空気は、空気入口47bと、各セパレータSPの開口部50bが形成する流路とを介して、各セパレータSPの各溝53とカソードCの表面とによって画成される空気流路55に流れ込む。そして、空気が空気流路55を流通すると、各カソードCで上記（2）式に示す反応が進行する。この結果、各単セルUCで上記（3）式に示す全電池反応が進行し、燃料電池FCのアノード集電板41aとカソード集電板41bとから起電力を得ることができる。

【0088】また、この燃料電池FCのセパレータSPでは、燃料ガス流路54を画成する溝52と、空気流路55を画成する溝53とがS字状に屈曲されている。従って、各単セルUCのアノードAに供給された燃料ガスは、S字状の燃料ガス流路54内を開口部50aから開口部51aに向けて規則的に進行し、燃料ガス流路54の途中におけるアノード反応サイトで消費されることになる。同様に、各単セルUCのカソードCに供給された空気は、S字状の空気流路55を開口部50bから開口部51bに向けて規則的に進行し、空気流路55の途中におけるカソード反応サイトで消費される。

【0089】これにより、燃料ガスと空気とは互いに逆方向かつ規則的に進行するので、電極反応の進行に伴う反応熱によって各アノードA及びカソードCに不均一な温度分布が生じてしまうことが効果的に抑制できる。この結果、燃料電池FC内では、上記（1）に示すアノード電極反応と（2）に示すカソード電極反応とが良好に進行することになる。なお、燃料ガス流路54及び空気

流路55はS字状のものに限られず、他の形態の流路54、55を画成するようにカソードCに溝52、53を形成してもよい。

【0090】燃料ガス流路54を流通しながらアノードAで反応した燃料ガスは、アノード排ガスとなり、各セパレータSPの開口部51aが形成する流路に流れ込む。各セパレータSPの開口部51aが形成する流路は、空気入口47bの下方に配置されたアノード排ガス出口48a（図2参照）に接続されている。また、空気流路55を流通しながらカソードCで反応した空気は、カソード排ガスとなり、各セパレータSPの開口部51bが形成する流路に流れ込む。各セパレータSPの開口部51bが形成する流路は、燃料ガス入口47aの下方に配置されたカソード排ガス出口48b（図2参照）に接続されている。

【0091】燃料電池FCのアノード排ガス出口48aは、図1に示すように、中途に圧力調整弁PRV4とを有するアノード排ガスラインL7に接続されている。そしてこのアノード排ガスラインL7は、蒸発部110のバーナに接続された排ガスラインL14に接続されている。同様に、燃料電池FCのカソード排ガス出口48bも、中途に圧力調整弁PRV5を有するカソード排ガスラインL8に接続されている。そしてこのカソード排ガスラインL8は蒸発部110のバーナに接続された排ガスラインL14に接続されている。このように燃料電池FCの各アノードAで生成されたアノード排ガスは、蒸発部110に設けられているバーナにおける燃料として、各カソードCで生成されたカソード排ガスは、酸化剤として再利用される。

【0092】このように燃料電池FCから排出される排ガス中に含まれる水素、微量のその他の可燃成分、酸素等を燃焼させて、その燃焼熱を蒸発部110の加熱部において燃料と水との加熱に利用することにより、排ガスを未反応の可燃性分を水や二酸化炭素等の不燃成分に変換した安全性の高いガスとして装置外部に排出することができると共に改質装置で生成させた水素を無駄無く使用することができる。すなわち、燃料電池装置の熱変換効率をより向上させることができる。

【0093】ここで、圧力調整弁PRV4は、アノード排ガスラインL7を流通するアノード排ガスの圧力を燃料電池FCの出口で所定値に保つものであり、圧力調整弁PRV5は、カソード排ガスラインL8を流通するカソード排ガスの圧力を燃料電池FCの出口で所定値に保つものである。これにより、燃料電池FCの内部における流体圧力、すなわち、各セパレータSPの開口部50a、50b、51a、51bが形成する流路や、各燃料ガス流路54、各空気流路55の内部における燃料ガス、及び、空気の圧力を一定に保つことが可能となり、燃料電池FCを所望の電池電圧で作動させることができる。

【0094】また、圧力調整弁PRV5の下流側のカソード排ガスラインL8からは、予熱ラインL20が分岐されている。図1に示すように、その中途には水供給部20の水タンク21内に配置される伝熱管T20が設けられている。水タンク21内に貯留されている水は当該伝熱管T20を介して燃料電池FCから昇温した状態で排出されるカソード排ガスと熱交換することになる。これにより、カソード排ガスの熱を利用して、水タンク21内の水（改質用水及び加湿用水）を所定温度（例えば、80℃程度）まで予熱することが可能となる。予熱ラインL20は蒸発部110の手前で再度カソード排ガスラインL8と合流しており、水供給部20の水タンク21を熱源として通過したカソード排ガスは蒸発部110に設けられているバーナで酸化剤として再利用される。なお、カソード排ガスラインL8と予熱ラインL20との分岐部と伝熱管T20との間の予熱ラインL20上に流量調整弁を設け、更にこの流量調整弁を制御装置90（図6参照）に電氣的に接続して予熱ラインL20の開通時間と閉止時間を制御し、伝熱管T20に供給されるカソード排ガスの流量を燃料電池装置1の作動状況に

応じて調節してもよい。

【0095】一方、このように構成された燃料電池FCは、上記（1）に示すアノード電極反応と（2）に示すカソード電極反応とが進行するにつれて発熱するが、燃料電池FCの作動を安定化させるためには、その作動温度を略一定に維持することが重要である。このため、燃料電池FCは内部に冷却媒体を流通させることができるように構成されており、燃料電池装置1には、冷却系統60が備えられている。燃料電池FCの冷却構造について説明すると、図4（a）及び図4（b）に示すように、燃料電池FCのスタック40を構成する各セパレータSPには、開口部50aと開口部51bとの間に更なる開口部56が形成されている。更に、開口部50bと開口部51aとの間には、開口部56と対向するように開口部57が形成されている。

【0096】このように形成された各セパレータSPの開口部56、57は、セパレータSPと単セルUCとを多数積層させてスタック40を構成した際に、それぞれ、1本の流路を形成する。そして、各開口部56が形成する流路と、各開口部57が形成する流路とは、アノード集電板41a側に配置されているフランジ44aの内部に形成されている図示しない流路を介して互いに連通しており、冷却流路58（図1参照）を形成する。また、図2に示すように、燃料電池FCのフランジ44b側には、冷却媒体入口49aが設けられており、この冷却媒体入口49aは、上記各開口部56が形成する流路に連通されている。更に、燃料電池FCのフランジ44b側には、冷却媒体出口49bが設けられており、この冷却媒体出口49bは、上記各開口部57が形成する流路に連通されている。

【0097】一方、冷却系統60は、冷却媒体循環ポンプP3、冷却媒体ラインL9、冷却媒体戻りラインL10、熱交換器62とファン63等からなるラジエータ61等から構成されている。すなわち、燃料電池FCの冷却媒体入口49aには、図1に示すように、冷却媒体ラインL9を介して、冷却媒体循環ポンプP3が接続されている。また、燃料電池FCの冷却媒体出口49bには、冷却媒体戻りラインL10が接続されており、この冷却媒体戻りラインL10は、ラジエータ61を構成する熱交換器62の冷媒入口Riに接続されている。

【0098】従って、冷却媒体循環ポンプP3を作動させれば、冷却水等が冷却媒体ラインL9、冷却媒体入口49aを介して、燃料電池FCの冷却流路58に導入され、燃料電池FCのスタック40等から熱を奪って昇温した冷却水等は、冷却媒体出口49b、冷却媒体戻りラインL10を介して、ラジエータ61に戻される。冷却水等は、ラジエータ61で冷却され、冷却媒体循環ポンプP3によって再度、燃料電池FCに対して供給される。これにより、燃料電池FCの作動温度は、常に好適範囲（例えば、60℃～80℃程度）に保たれる。

【0099】更に、この燃料電池FCには、作動中の燃料電池FCの温度 $t_{FC}$ を測定するための温度センサ $T_{SFC}$ （図示せず）が各スタック40の所定の部位、或いは必要に応じて各スタック40を構成する各単セルUCごとに備えられている。そして、温度センサ $T_{SFC}$ は制御装置90（図6参照）と電氣的に接続されており、温度センサ $T_{SFC}$ により測定された燃料電池FC内の温度 $t_{FC}$ のデータは制御装置90に出力されて処理される。なお、温度センサ $T_{SFC}$ としては、測定温度領域や設置位置などの使用条件のもとで使用可能な熱電対等が用いられる。

【0100】また、この冷却系統60を流通する冷却水等は、凝縮器35で燃料ガスを冷却させる冷熱源としても用いられる。すなわち、冷却媒体ラインL9からは冷却媒体ラインL11が分岐されており、この冷却媒体ラインL11は凝縮器35を構成する伝熱管T35に接続されている。これにより、冷却媒体循環ポンプP3を作動させれば、凝縮器35の伝熱管T35にも冷却水等が供給されることになる。伝熱管T35を流通した冷却水等は、図示しない配管を介して、ラジエータ61を構成する熱交換器62の冷媒入口Riに戻され、冷却・再循環させられる。

【0101】更に、冷却媒体ラインL9からは、冷却媒体ラインL12が分岐されており、この冷却媒体ラインL12は、改質装置30の改質部32内に配置された伝熱管T32の流体入口に接続されている。そして、伝熱管T32の流体出口は、選択酸化部33内に配置された伝熱管T33の流体入口の入口に接続されている。従って、冷却媒体循環ポンプP3を作動させれば、改質部32の伝熱管T32と、選択酸化部33の伝熱管T33に

も冷却水等が供給されることになる。これにより、冷却系統60を流通する冷却水等を利用して、改質部32及び選択酸化部33の内部で発生する余分な反応熱を取り除くことができる。なお、選択酸化部33の伝熱管T33を流通した冷却水等は、図示しない配管を介して、ラジエータ61を構成する熱交換器62の冷媒入口Riに戻され、冷却・再循環させる。

【0102】加えて、冷却媒体ラインL12からは、更なる冷却媒体ラインL13が分岐されており、この冷却媒体ラインL13を介して抽出される冷却水等は、蒸発部110のバーナから排出される排ガスを冷却するために用いられる。

【0103】蒸発部110のバーナの出口側の排ガスラインL14上には熱交換器65が設けられており、更に熱交換器65の出口側の排ガスラインL14上には圧力調整弁PRV7が設けられている。そして、冷却媒体ラインL12から分岐された冷却媒体ラインL13は、熱交換器65を構成する伝熱管T65の流体入口に接続されている。これにより、蒸発部110のバーナから流出する排ガスは、冷却系統60を流通する冷却水によって十分に冷却された後系外に排出されることになる。熱交換器65の伝熱管T65を流通した冷却水等も、図示しない配管を介して、ラジエータ61を構成する熱交換器62の冷媒入口Riに戻され、冷却・再循環させられる。

【0104】ここで、このように構成された燃料電池装置1では、燃料電池FCの性能を安定化させる上で、各単セルUCの電解質膜EM（固体高分子電解質膜）を十分に加湿することが必要となる。この点に鑑みて、この燃料電池装置1においては、主として電磁弁SV1～SV7を制御手段90により制御して、改質装置30内の改質反応の条件を調節し、改質装置30から流出する燃料ガスの水素分圧、CO分圧、水蒸気分圧を所定値に調節している。すなわち、電磁弁SV1～SV7を制御して蒸発部110の加熱部に供給する加熱用の燃料及び水の流量、昇温部100に供給する燃焼用の空気の流量、改質装置30に供給するメタノール、改質用水及び空気の流量を所定の値に調節する。

【0105】このとき、改質用水の供給量（mol）／メタノールの供給量（mol）の比（以下、「S/C比」という）の設定が負荷要求に対応した水素分圧と水蒸気分圧、アノードの触媒被毒を防止可能な一酸化炭素分圧を有する燃料ガスを改質装置30内においてより正確に生成させる上で重要となる。このS/C比は、蒸発部110の加熱部の温度、温度センサTS100の測定値、改質部32の反応温度と、選択酸化部33反応温度と、改質装置30から流出する燃料ガスの温度と、燃料電池FCの作動温度とを所定の値に定めたうえで、

(1)～(5)式で示される改質反応及び選択酸化反応の速度定数をそれぞれに設定し、メタノール、改質用

水、及び、空気の供給量を変化させて速度論的解析を行ない、改質装置30から流出する燃料ガス中の成分組成を算出することにより得られるものである。算出される燃料ガス中の成分組成の結果より、改質装置30から流出する燃料ガス中の所望のガス組成を得る場合のS/C比を求める。なお、改質部32の反応として、(4)式で示されるようなメタノール等の燃料の部分酸化反応を行わない場合にも同様にして改質装置30から流出する燃料ガス中の所望のガス組成を得る場合のS/C比を求める。

【0106】例えば、燃料電池FCの作動圧力が1.6ata（98066Pa）であり、作動温度が80℃であり、昇温部30から流出する水メタノール混合ガスの温度が240～260℃、改質部32の反応温度が250～300℃、選択酸化部33の反応温度が120～200℃であり、改質装置30から流出する燃料ガスの温度が120～200℃である場合には、電磁弁SV1とSV2とを制御して、改質用水の供給量（mol）／メタノールの供給量（mol）の比（S/C比）を1.5～2.5とすることが好ましく、1.8～2.0とすることが更に好ましい。

【0107】ここで、S/C比が、1.5未満であると改質装置30から流出する燃料ガス中のCOの濃度が増大し、燃料電池FCの各アノードA内において電極触媒の被毒を著しく進行させてしまう傾向が大きくなる。一方、S/C比が、2.5を超えると、多量の水を蒸発させる必要が生じ、システム効率の低下を招くという不具合を生じる。なお、必要に応じてCOの濃度を低下させるために選択酸化部33の冷却条件を変更し、選択酸化部33の反応温度を通常よりも下げる場合もある。そして、温度センサTS100に基づく水メタノール混合ガスの温度に基づいて電磁弁SV5を制御し、電磁弁SV3及びSV4を制御して改質装置30に(7)及び/又は(8)式で示される化学量論比に基づいた所定量の空気を供給し改質反応を負荷要求の変動に追従させるようにして進行させる。

【0108】ところで、この燃料電池装置1では、上述したように、燃料ラインL1、L30、改質用水ラインL2、水ラインL40、空気ラインL3、L4、L50、に対して、各ラインを断続的に開閉可能な電磁弁SV1～SV7が備えられている。そして、このような構成を採用することにより、燃料電池装置1は、大幅な低コスト化、コンパクト化が図られている。

【0109】すなわち、メタノールを改質装置30に供給する燃料供給部10には、圧力調整弁PRV1が設けられており、この圧力調整弁PRV1によって燃料ポンプP1から吐出されて圧力調整ラインLP内を流通する流体圧力が一定に保たれている。従って、燃料供給部10から電磁弁SV1と電磁弁SV6の入口には、燃料としてのメタノールが常に一定の圧力で供給される。同様

に、改質用水及び加湿用水の供給源となる水供給部 20 には圧力調整弁 P R V 2 が設けられており、この圧力調整弁 P R V 2 によって水ポンプ P 2 から吐出されて圧力調整ライン L P 内を流通する流体圧力が常に一定に保たれている。従って、電磁弁 S V 2 と電磁弁 S V 7 の入口には水供給部 20 から改質用の水が常に一定の圧力で供給される。また、電磁弁 S V 5 の入口には、ブロー B から供給される燃焼用の空気が常に一定の圧力で供給される。また、改質用空気の供給源となるブロー B からは、電磁弁 S V 3、S V 4 の入口に改質用の空気が一定の圧

【0110】一方、燃料電池装置 1 では、改質装置 30 の内部における水メタノール混合ガス、改質ガスといった流体の圧力は、圧力調整弁 P R V 3 によって常に一定に保たれている。また、電磁弁 S V 3 の出口における流体の圧力も圧力調整弁 P R V 6 によって常に一定に保たれている。更に、燃料供給ライン L S 2 及びこれに接続されている排ガスライン L 14 内部の圧力も圧力調整弁 P R V 7 によって常に一定に保たれている。従って、電

【0111】この結果、この燃料電池装置 1 では、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 の入口と出口との間の差圧は、常に一定に保たれることになる。そして、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 の入口と出口との間の差圧を一定に保つことにより、各ライン L 1 ～ L 4、L 30、L 40、L 50 における流量特性が極めて単純化され、当該各差圧と各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 の開通時間とから蒸発部 110、昇温部 100、改質装置 30、とに対する流体の供給量を極めて容易に定めることが可能となる。

【0112】このように、燃料電池装置 1 では、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 の入口と出口との間の差圧を一定に保ちながら、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 を開閉制御し、蒸発部 110、昇温部 100、改質装置 30 に対して断続的に各流体を供給している。これにより、蒸発部 110、昇温部 100、改質装置 30 に対する流体の供給量、すなわち、蒸発部 110 の加熱部への燃料（メタノール）、蒸発部 110 の加熱部への水、燃料（メタノール）、改質用水、改質用空気、及び、燃焼用の空気の供給量を常に最適かつ精度よく調節することが可能となる。この結果、流路開閉手段として、サイズが大きく高価なサーマルマスフローメータ等を使用する必要がなくなり、小型で安価な電磁弁 S V 1 ～ S V 7 を採用可能となる。従って、燃料電池装置 1 の全体を大幅にコストダウン化、コンパクト化することができる。

【0113】次に、これら電磁弁 S V 1 ～ S V 7 の具体的な構成について、図 5 を参照しながら説明する。電磁弁 S V 1 ～ S V 7 は、何れも同一の構成を有し、きわめて低コストかつコンパクト（例えば、全長 5 ～ 10 c m 程

度）に製造可能である。電磁弁 S V 1 ～ S V 7 は、図 5 に示すように、略円筒状に形成された弁本体 80 を有する。この弁本体 80 には、一端側に弁入口 81 が、他端側に弁出口 82 がそれぞれ形成されており、弁入口 81 と弁出口 82 とは、真っ直ぐに伸びる流路 83 により連通されている。

【0114】また、弁本体 80 に形成された流路 83 内の弁出口 82 の近傍には、弁座 84 が形成されており、流路 83 内には、シャフトを介して可動鉄心 86 に取り付けられた弁体 85 が摺動自在に配置されている。弁体 85 及び可動鉄心 86 とは、図示しないバネ等の付勢手段によって、弁座 84 に対して付勢されており、通常、流路 83 は、弁座 84 と弁体 85 とによって閉鎖されている。そして、弁本体 80 には、流路 83 及び可動鉄心 86 の周囲を覆うように電磁コイル 87 が配置されている。

【0115】これら電磁弁 S V 1 ～ S V 7 には、定電圧電源装置 88 から駆動電圧が供給される。この定電圧電源装置 88 は、図示しない直流電源と定電圧回路とを有し、当該直流電源の発生する非安定直流電圧を定電圧回路で安定化させて、安定直流電圧を発生するものである。図 5 及び図 6 に示すように、定電圧電源装置 88 のプラス出力端子には、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 の電磁コイル 87 の一端が並列に接続されている。一方、定電圧電源装置 88 のマイナス出力端子は、トランジスタ T r 1、T r 2、T r 3、T r 4、T r 5、T r 6、T r 7 を介して、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 に含まれる電磁コイル 87 の他端が並列に接続されている。

【0116】また、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 と各トランジスタ T r 1 ～ T r 7 とを結ぶ電気ラインには、バイパス用の抵抗 R 及びコンデンサ C o が設けられている。そして、各トランジスタ T r 1 ～ T r 7 のゲートには、それぞれ、パルス発生装置 P G 1、P G 2、P G 3、P G 4、P G 5、P G 6、P G 7 が接続されている。各パルス発生装置 P G 1 ～ P G 7 は、各トランジスタ T r 1 ～ T r 7 を ON/OFF させるためのパルス（パルス電圧）を発生するものである。これにより、各トランジスタ T r 1 ～ T r 7 は、スイッチング素子として機能することになる。

【0117】すなわち、各パルス発生装置 P G 1 ～ P G 7 からのパルスによって各トランジスタ T r 1 ～ T r 5 が ON すると、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 の電磁コイル 87 に対して駆動電圧が印加される。これにより、電磁コイル 87 が励磁され、可動鉄心 86 と共に弁体 85 が上昇するので、電磁弁 S V 1 ～ S V 7 が開放されることになる。一方、各パルス発生装置 P G 1 ～ P G 7 からのパルスによって各トランジスタ T r 1 ～ T r 5 が OFF すると、各電磁弁 S V 1 ～ S V 7 の電磁コイル 87 に対する駆動電圧の印加が解除され、可動鉄心 86 と弁体 85 と付勢手段によって弁座 84 に対して付勢されるので、

電磁弁SV1～SV7が開鎖されることになる。

【0118】このように、各パルス発生装置PG1～PG7は、電磁コイルに駆動電圧を断続的に印加するためのパルスを発生するものであるが、当該パルスの幅と周期、すなわち、各電磁弁SV1～SV7の開通時間と閉止時間とは、図5及び図6に示す制御装置90によって制御される。制御装置90は、図6に示すように、CPU91、ROM92、及び、RAM93を有する。CPU91は、マイクロプロセッサ等からなり、各種演算処理を行う。また、ROM92には、制御・演算処理のためのプログラムが予め記憶されており、RAM93は、制御・演算処理の際に各種データを読み書きするために用いられる。

【0119】また、制御装置90は、CPU91と接続された入出力ポート94を有する。この入出力ポート94には、上記各パルス発生装置PG1～PG7と、プロアBの下流側に設けられた空気流量調整弁FRVと、ポンプP1～P3と、ラジエータ61とが接続されている。従って、各パルス発生装置PG1～PG7、空気流量調整弁FRV、ポンプP1～P3、ラジエータ61には、入出力ポート94を介して、CPU91の演算処理によって生成された各種信号等が与えられる。

【0120】更に、制御装置90の入出力ポート94には、昇温部100の出口の燃焼供給ラインLS3上に設けられた温度センサTS100、改質装置30の改質部32に設けられた温度センサTS32と、改質装置30の選択酸化部33に設けられた温度センサTS33と、燃料電池FCに設けられた温度センサTSFCと、凝縮器35に設けられた温度センサTS35と、が接続されている。そして、これらの温度センサによって発せられる検出信号がCPU91に与えられる。また、制御装置90の入出力ポート94には、燃料電池FCに対する負荷を設定する負荷設定手段（図示せず）が接続されており、当該負荷要求手段によって発せられる負荷要求信号がCPU91に与えられる。

【0121】加えて、制御装置90は、記憶装置95を有し、この記憶装置95は、入出力ポート94を介してCPU91と接続されている。この記憶装置95には、温度センサTS100の温度に基づいて電磁弁SV5を制御するためのデータと、改質装置30の改質部32の内部温度に対応して電磁弁SV3を制御するためのデータと、改質装置30の選択酸化部33の内部温度に対応して電磁弁SV3と電磁弁SV4とを制御するためのデータと、負荷要求に対応して燃料電池装置全体を定常的に作動させるためのデータが記憶されている。更にこの記憶装置95には、燃料電池FCに対する負荷要求に応じた電磁弁SV1の開通時間と閉止時間とを示すテーブルと、燃料電池FCに対する負荷要求に応じた電磁弁SV1の開通時間と閉止時間とを示すテーブルと、各電磁弁SV2～SV7、及び、空気流量調整弁FRVについ

て定められた所定の比例定数を示すデータとが記憶されている。これら各種データは、上記各部の温度検出信号及び負荷要求信号を受け取ったCPU91に読み出される。そして、CPU91は、負荷要求信号に基づいて、各パルス発生装置PG1～PG7、空気流量調整弁FRV、ポンプP1～P3、並びに、ラジエータ61に送出する制御信号を生成する。

【0122】なお、温度センサTS100の温度に基づいて電磁弁SV5を制御するためのデータと、改質装置30の改質部32の内部温度に対応して電磁弁SV3を制御するためのデータと、改質装置30の選択酸化部33の内部温度に対応して電磁弁SV3と電磁弁SV4とを制御するためのデータと、負荷要求に応じて蒸発部の加熱部に加熱用のメタノールと水とをそれぞれ供給する電磁弁SV6と電磁弁SV7を制御するためのデータは、理論計算値、実験値等に基づいて定めることができる。

【0123】昇温部100又は改質装置30に供給されるメタノール、改質用水、空気等の反応物の条件（組成比、流量、全圧等）と触媒の条件（種類、担持量、分散度等）とを設定すれば、定常状態における反応物（燃料、H<sub>2</sub>O、空気等）と生成物（H<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>等）とからなる混合ガスの成分組成は、観測される反応温度によりほぼ決定できる。実際には、昇温部100と改質装置30により触媒の条件は一定に決まるので、混合ガスが水蒸気改質反応の進行に適した所望の温度に到達するとき、及び混合ガスが所望のガス組成となるときの上記の反応物及び反応温度の条件を理論計算、及び実験データにより予め把握しておくことにより、反応物の条件を設定すれば、温度センサTS100と改質装置30内の温度を測定することにより混合ガスが水蒸気改質反応の進行に適した所望の温度に到達したか否か、及び混合ガスが所望のガス組成となるか否かを確認することができる。なお、圧力計を改質部32に設けて改質部32内の圧力をモニタできる構成とし、上記の改質部32内の混合ガスの全圧のデータを用いて更に精密に確認するようにしてもよい。

【0124】更に、燃料電池FCに対する負荷要求に応じた電磁弁SV1の開通時間と閉止時間、すなわち、負荷要求に応じたメタノールの供給量を示すテーブルも、理論計算値、実験値等に基づいて定めることができる。また、電磁弁SV2～SV7、及び、空気流量調整弁FRVに関する比例定数は、電磁弁SV1の開通時間と閉止時間とで定まるメタノールの供給量と、改質用水、蒸発部110の加熱部に供給されるメタノールと水、昇温部100に供給される燃焼用の空気、改質空気、選択酸化用空気の供給量との比から電磁弁SV2～SV7、及び、空気流量調整弁FRV毎に求められる。なお、このような比例定数のデータを記憶装置95に記憶させる代わりに、各電磁弁SV1～SV7について、燃料電池F

Cに対する負荷要求に応じた開通時間と閉止時間とを示すデータを作成すると共に、及び空気流量調整弁FRVについて、燃料電池FCに対する負荷要求に応じた開度を示すデータを作成し、これらのデータを記憶装置95に記憶させてもよい。

【0125】このように構成された制御装置90等により、各電磁弁SV1～SV7、空気流量調整弁FRV、ポンプP1～P3、及び、ラジエータ61は、確実かつ精度よく制御される。従って、燃料ラインL1、L30、改質用水ラインL2、水ラインL40、空気ラインL3、L4、L50、及び、空気供給ラインL6から、燃料であるメタノール（改質部32の改質反応に使用されるメタノールと蒸発部110のバーナにおける燃料として使用されるメタノール）、改質用水、蒸発部110のバーナに供給される水、昇温部100における燃焼用の空気、改質用空気、一酸化炭素選択酸化用空気、及び、カソード反応ガスとしての空気が各対象機器に安定かつ精度よく供給されることになる。また、改質装置30から、負荷要求に対応した水素濃度及び水蒸気分圧と、アノードの触媒被毒の発生を防止可能な一酸化炭素分圧を所定値に調節された燃料ガスがアノードに供給されることになる。なお、制御装置90は、シーケンサとして構成することも可能である。

【0126】引き続き、上述した燃料電池装置1の動作について、図7に示すフローチャート等を参照しながら説明する。

【0127】燃料電池装置1を起動させる場合、制御装置90のCPU91は、ポンプP3に駆動信号を出力して冷却水の循環を開始させる。そして、改質装置30の蒸発部110のバーナを点火した後、CPU91は、ポンプP1、ポンプP2、プロアB、電磁弁SV1～SV7に駆動信号を出力し、昇温部100の燃焼反応に使用する空気、改質部32の改質反応に使用されるメタノール、蒸発部110の加熱部のバーナに供給されるメタノールと水、昇温部100に供給される燃焼用の空気、改質用水、改質用空気、CO選択酸化用空気等を昇温部100改質装置30に所定の条件で供給して改質装置30における反応を開始させる（S10）。

【0128】なお、このときラジエータ61は起動させず、改質装置30と燃料電池FCとを速やかに昇温させられる状態としておく。なお、このとき改質装置30に供給される反応物の供給条件は、改質装置30が所定の定常状態に達したときに、水蒸気改質反応が十分に進行して生成される燃料ガス中の所望のガス組成（水素分圧、CO分圧、水蒸気分圧等）になるように予め設定し、制御装置90内に記憶しておいた値である。

【0129】次に、CPU91は、温度センサTS100から送信される昇温部100から流出する混合ガスの温度 $t_{100}$ を入力する（S20）。このとき、温度センサTS32から送信される改質部32における燃料ガス

の温度 $t_{32}$ の検出信号と、温度センサTS33から送信される選択酸化部33における燃料ガスの温度 $t_{33}$ の検出信号についてもそれぞれ入力してもよい。これによって燃料電池FCへの急激な負荷変動が生じ、この変動に蒸発部110における水メタノール混合液の加熱条件が十分に追従できなくなっても昇温部100においてより精密な昇温調節が可能となる。つまり、温度センサTS100と、温度センサTS32と、温度センサTS33との検出信号を、予め設定しておいた昇温部100における基準温度 $t^0_{100}$ （水蒸気改質反応の進行に適した温度）と改質部32における所定の基準温度 $t^0_{32}$ と選択酸化部33における基準温度 $t^0_{33}$ とをそれぞれ比較することにより改質装置30供給する水メタノール混合ガスを昇温部100においてどの程度昇温させるかがより正確に算出できる。

【0130】ここで、所定の基準温度 $t^0_{100}$ とは、改質装置30における水蒸気改質反応と選択酸化反応が所定のガス組成の燃料ガスを得ることのできる定常状態を保持させるために外部から継続的に供給する熱量を昇温部100から流出する水メタノール混合ガスの温度に換算した値として予め設定し、制御装置90内に記憶しておいた値である。また、所定の基準温度 $t^0_{32}$ 及び $t^0_{33}$ とは、改質装置30における水蒸気改質反応と選択酸化反応が所定のガス組成の燃料ガスを得ることのできる定常状態に達したときの温度として予め設定し、制御装置90内に記憶しておいた値である。このような基準温度は、改質装置30の作動条件等により適宜設定されるものであり、特に限定されないが、例えば、所定の基準温度 $t^0_{100}$ としては240～260℃、基準温度 $t^0_{32}$ としては280～300℃、基準温度 $t^0_{33}$ としては120～130℃としてもよい。なお、部分酸化反応を改質部32で行なう場合には改質部32の基準温度 $t^0_{32}$ は別途設定しておく。

【0131】一方、燃料電池装置10の起動直後から蒸発部110が備える加熱部は負荷応答性が悪いので徐々に昇温する。このように蒸発部110から流出する水メタノール混合ガスが徐々に昇温し温度変化しても、昇温部110から流出する水メタノール混合ガスの温度は電磁弁SV5される燃焼用の空気の供給量を調節しているので常に所望の温度に調整される。そして、この改質装置30で生成される燃料ガスも、改質装置30の内部温度に応じた所定の基準温度に徐々に昇温される。このとき、冷却媒体ラインL12内を通過して改質装置30内に流入する冷却水も、改質装置30内の伝熱管T32及びT33において上記燃料ガスと熱交換することによって昇温する。更に、この昇温した冷却水は、引き続き熱交換器62及び冷却媒体ラインL9を経由して燃料電池FC内の冷却流路58内を通過することによって、燃料電池FCを次第に昇温させる。冷却流路58で燃料電池FCと熱交換した冷却水は、そのときの燃料電池FCの

内部温度と同程度の温度にまで降温して、再び冷却媒体ライン L12 を通過して改質装置 30 に導かれて燃料ガスと熱交換を行なう。

【0132】また、上記の改質装置 30 内の伝熱管 T32 及び T33 において昇温した冷却水は、冷却媒体ライン L9 から分岐された冷却媒体ライン L11 を経由して凝縮器 35 内の伝熱管 T35 内も通過する。このため、凝縮器 35 も燃料電池 FC の内部温度と同程度の温度となるように次第に昇温させられる。なお、このとき、燃料電池 FC 及び凝縮器 35 の温度が所定の温度よりも高くなる場合には、CPU91 は、燃料電池 FC 及び凝縮器 35 にそれぞれ備えた温度センサ T<sub>FC</sub> 及び T<sub>S35</sub> からの検出信号に基づいてラジエーター 61 に駆動信号を出力するように設定しておいてもよい。そして、ラジエーター 61 により冷却水の温度を調節することにより燃料電池 FC 及び凝縮器 35 の温度が所定の温度に保持される。

【0133】改質装置 30 が定常的な作動状態に達して燃料ガスがアノード A に供給されるようになると、CPU91 は、負荷要求に対応して燃料電池装置全体を定常的に作動させるためのデータに基づき、新たな駆動信号を電磁弁 SV1～SV7、ポンプ P3、空気流量調整弁 FRV、及びラジエーター 61 に送信し (S30)、燃料電池装置 1 全体のバランスのとれた制御を開始する。このとき、既述のとおり、燃料電池 FC 及び凝縮器 35 は所定の作動温度に調節されているので、燃料ガス及び空気が供給され始めても速やかに所定の出力で定常的に作動できる状態となる。また、作動中の蒸発部 110、昇温部 100 の出口、改質装置 30 の改質部 32 と選択酸化部 33、凝縮器 35、燃料電池 FC の温度は、これらにそれぞれ備えられた温度センサの検出結果に基づいて、ラジエーター 61 及びポンプ P3 等の駆動状態を制御装置 90 により制御することによって所望の温度範囲内に保たれる。

【0134】このようにして、燃料電池装置 1 が所定の作動条件で定常的に作動するようになると、制御装置 90 の CPU91 に対しては、所定の負荷設定手段から負荷要求信号が与えられる。CPU91 は、負荷要求信号を受け取ると (S40)、負荷要求信号に基づいて、記憶装置 95 に記憶されている電磁弁 SV1 の開通時間と閉止時間とを示すテーブルにアクセスする。そして、CPU91 は、当該テーブルの中から、負荷要求信号に示されている燃料電池 FC に対する負荷要求に対応するデータを読み出し、当該負荷要求に応じた電磁弁 SV1 の開通時間と閉止時間とを示すデータに基づいて、電磁弁 SV1 に接続されたパルス発生装置 PG1 に送出する制御信号を生成する。このように、電磁弁 SV1 の開通時間と閉止時間とを定めることにより、燃料電池 FC に対する負荷要求に応じたメタノールの供給量が決定されることになる (S50)。

【0135】また、S50 において、燃料電池 FC に対する負荷要求に応じたメタノールの供給量を決定した CPU91 は、次に、記憶装置 95 から、各電磁弁 SV2～SV7、及び、空気流量調整弁 FRV について定められた所定の比例定数を示すデータを読み出す。そして、CPU91 は、当該データと、S40 で読み出した負荷要求に応じた電磁弁 SV1 の開通時間と閉止時間とを示すデータと乗じて各パルス発生装置 PG1～PG7、及び、空気流量調整弁 FRV に送出する制御信号を生成する。これにより、空気流量調整弁 FRV を介して供給される空気、電磁弁 SV2 を介して供給される改質用水、電磁弁 SV3 を介して供給される改質用空気、電磁弁 SV4 を介して供給される一酸化炭素選択酸化用空気、電磁弁 SV5 を介して供給される燃焼用空気、電磁弁 SV6 を介して供給される蒸発部 110 のバーナへ供給されるメタノール、電磁弁 SV7 を介して供給される蒸発部 110 のバーナへ供給される水が、燃料電池 FC に対する負荷要求に応じるように決定されることになる (S60)。

【0136】なお、このとき、CPU91 は負荷要求信号に示されている燃料電池 FC に対する負荷要求に対応するデータに基づいてパルス発生装置 PG6 と PG71 に制御信号を送出して電磁弁 SV6 と電磁弁 SV7 とを制御する。すなわち、CPU91 は負荷要求に応じて改質装置 30 に供給されるメタノールの供給量が変化しても蒸発部 110 において改質用流体となる水メタノールの混合液を十分に蒸発させて改質器 30 に供給できるように蒸発部 110 の加熱部のバーナへ供給されるメタノールの供給量と水の供給量を設定する。更にこのとき、蒸発部 110 のバーナへ供給されるメタノールの供給量と水の供給量は、改質装置 30 に供給されるメタノールの供給量が変化することに伴い変化する燃料電池 FC から排出される排ガス中の可燃成分量も必要に応じて考慮される。

【0137】しかし、急激な負荷変動には蒸発部 110 の加熱部の加熱条件が追従できなくなる場合があるので CPU91 は、昇温部 100 において水メタノール混合ガスを所望の温度にまで昇温できるように温度センサ T<sub>S100</sub> に対応するデータに基づいてパルス発生装置 PG5 に制御信号を送出して電磁弁 SV5 とを制御し、改質装置 30 に供給する燃料ガスの温度を調節する。

【0138】S50 と S60 における処理を行った CPU91 は、各パルス発生装置 PG1～PG7 に対して、負荷要求に応じた各電磁弁 SV1～SV7 の開通時間と閉止時間とを示す制御信号を、空気流量調整弁 FRV に対して、負荷要求に応じた開度を示す制御信号をそれぞれ送出する (S70)。以上説明した S40～S700 における処理は、制御装置 90 の CPU91 が負荷要求信号を受け取る度に繰り返される。

【0139】一方、S70 で CPU91 によって生成さ



れた制御信号を制御装置 90 から受け取ったパルス発生装置 PG1~PG4 は、各電磁弁 SV1~SV7 に対してパルスを送出する。これにより、各電磁コイル 87 に駆動電圧が断続的に印加され、電磁弁 SV1~SV7 によって、各ラインが断続的に開閉される。また、空気流量調整弁 FRV のアクチュエータ部は、CPU91 からの制御信号を受け取ると、その開度を負荷要求に応じるように変化させる。

【0140】この結果、昇温部 100 には負荷要求に応じた量の燃焼用の空気と水メタノール混合ガス、改質装置 30 の改質部 32 と選択酸化部 33 には、負荷要求に応じた量のメタノールと改質用水とが最適温度でかつ精度よく供給され、改質部 32 と選択酸化部 33 には、負荷要求に応じた量の改質用空気、一酸化炭素選択酸化用空気が最適かつ精度よく供給される。従って、燃料電池 FC に対する負荷要求が変化し、燃料電池 FC に供給すべき燃料ガスの量が変化したとしても、常に、所望のガス組成を有する燃料ガスを改質装置 30 で生成可能となる。また、燃料電池 FC に、所望のガス組成の燃料ガスを精度よく供給することにより、燃料電池 FC を安定的に作動させると共に、アノード A の寿命を長期化させることができる。また、空気入口 47b には、負荷要求に応じた量の空気が熱交換器 70 を介して精度よく供給されることになる。また、燃料ガス供給ライン L5 の内部には所定温度（120℃程度）の燃料ガスが改質装置 30 から供給されている。

【0141】ここで、この燃料電池装置 1 では、記憶装置 95 に記憶されているデータのうち、電磁弁 SV1~SV7 の比例定数は、上述したように、燃料電池 FC に対する負荷要求、すなわち、負荷要求に応じたメタノール量に比例する比例定数として定められると共に、更に、次の条件を満たすように定められている。

【0142】すなわち、この燃料電池装置 1 では、電磁弁 SV1~SV7 の比例定数は、昇温部 110 から流出する水メタノール混合ガスの温度、改質部 32 の流体の温度、及び、選択酸化部 33 の流体の温度の運転中における変動を踏まえた上で、改質装置 30 から流出する燃料ガスが負荷要求に対応する水素分圧と水蒸気分圧、アノード A の触媒毒を防止可能な許容範囲の一酸化炭素分圧を有するように定められている。なお、凝縮器 35 において改質装置 30 から流出する燃料ガスを燃料電池 FC の作動温度近傍に冷却する際に凝縮水が生成しないように、改質装置 30 から流出する燃料ガス中の水蒸気分圧が燃料電池 FC の作動温度における飽和水蒸気圧以下となるように電磁弁 SV1~SV7 の比例定数を予め設定してもよい。

【0143】これにより、燃料電池 FC に対する負荷要求が変化して燃料電池 FC の作動温度等が変化したとしても、常に適切な湿度をもった CO 濃度の極めて低い燃料ガスを燃料電池 FC の各アノード A に供給可能とな

り、アノード A の電極触媒の被毒やアノード A に水分が滞留して燃料ガスの流入を妨げてしまうような事態を防止することができる。

【0144】更に、CPU91 から制御信号を受け取ったパルス発生装置 PG5 は、電磁弁 SV5 に対してパルスを送出する。これにより、電磁弁 SV5 の電磁コイル 87 に駆動電圧が断続的に印加され、電磁弁 SV5 によって空気ライン L50 が断続的に開閉される。

【0145】以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【0146】例えば、上記の実施形態においては、昇温部に燃焼触媒のみを配置する構成について説明したが、本発明の燃料電池装置はこれに限定されるものではなく、燃焼触媒に改質用触媒を所定量混入させて昇温部内に配置してもよい。また、昇温部内を、水と燃料の混合ガスの流れ方向に沿って上流側に燃焼触媒のみ担持した担体部分を配置し、下流側に改質用触媒のみ担持した担体部分を配置する構成としてもよい。このように昇温部内に燃焼触媒に加えて改質用触媒を配置することにより、改質装置に供給する前に水と燃料の混合ガスの一部を改質することができるとともに、改質反応が吸熱反応であることを利用して昇温部内の異常な温度上昇を防止することができる。この改質用触媒としては、改質装置の改質部に配置されているものと同様の触媒であってもよく、より耐熱性の高い触媒であってもよい。

【0147】また、上記の実施形態においては、改質装置 30 の改質部 32、及び選択酸化部 33 におけるガス中の一酸化炭素濃度を所定の許容範囲内に制御する際に、温度センサ TS32 及び TS33 を用いる場合について説明したが、本発明の燃料電池装置はこれに限定されるものではなく、例えば CO センサを使用してもよい。

【0148】更に、上記の実施形態においては、電磁弁 SV5 の出口側の空気ライン L50 に、圧力調整手段として機能する圧力調整弁 PRV6 を配置する構成について説明したが、本発明の燃料電池装置はこれに限定されるものではなく、電磁弁 SV5 の入口と出口における空気の差圧を略一定とすることが可能であれば、図 1 に示す圧力調整弁 PRV3 を圧力調整手段として用いてもよい。この場合には圧力調整弁 PRV6 を配置せずともよい。

【0149】また、上記の実施形態においては、制御手段 90 により燃料電池に対する負荷変動に合わせて図 1 に示す電磁弁 SV1 から供給する燃料（メタノール）供給量を決定し、電磁弁 SV6 と電磁弁 SV7 を比例制御し、蒸発部 100 に供給する加熱用の燃料と水との供給量を調節する構成について説明したが、本発明の燃料電池装置において、図 1 に示す電磁弁 SV6 と電磁弁 SV

7の制御手段90による制御方式はこれに限定されるものではない。例えば、電磁弁SV1と電磁弁SV2を制御し、改質反応用の燃料と水との供給量を負荷変動に合わせて変動させる一方で、蒸発部110の出口の水と燃料との混合ガスの温度をある所定値（例えば、改質部32の改質反応温度よりも低い200℃程度）となるように電磁弁SV6と電磁弁SV7を制御してもよい。この場合にも、水と燃料との混合ガスの温度は昇温部100において負荷変動に対応した温度に調節することが可能である。なお、この場合には図1に示す圧力調整弁PRV7を配置せずともよい。

#### 【0150】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の燃料電池装置は、蒸発部と改質装置とを結ぶガスライン上に燃焼触媒を有する昇温部を設けた構成を有しており、昇温部から流出する燃料と水とを含む改質用流体の混合ガス中の燃料の一部を直接燃焼させて迅速に昇温させることや、燃焼を速やかに停止して改質用流体の混合ガスを迅速に減温することができる。そのため、燃料電池への負荷要求が急激に増加或いは減少して改質装置へ供給する改質用流体の供給量が急激に増加或いは減少した場合に、蒸発部の加熱部における加熱条件がこの負荷要求の変動に迅速に追従できず、燃料と水とを含む改質用流体を迅速に加熱或いは減温することができなくとも、後段の昇温部において極めて迅速に所望の温度に調節することができる。

【0151】従って、本発明の燃料電池装置によれば、負荷要求の変動に伴い改質装置に供給する燃料の供給量を変動させても、水蒸気改質反応を所定の反応温度の下で安定して進行させることができる高い負荷応答性を有する燃料電池装置を提供することができる。

【0152】そして、本発明による燃料電池装置の運転方法では、蒸発部から流出する改質用流体を改質装置に直接供給する前に燃焼触媒を有する昇温部に導入し、必要に応じて改質用流体中の燃料の一部を燃焼して昇温させることにより、負荷要求の変動に伴い改質装置に供給する燃料の供給量を変動しても、水蒸気改質反応を所定の反応温度の下で安定して進行させることが容易に可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による燃料電池装置を示す系統図である。

【図2】図1の燃料電池装置に備えられた燃料電池を示す斜視図である。

【図3】図2の燃料電池に設けられた単セル及びセパレータを示す断面図である。

【図4】図4(a)は、図3に示すセパレータをアノード側からみた平面図であり、図4(b)は、図3に示す

セパレータをカソード側からみた平面図である。

【図5】図5は、図1の燃料電池装置に採用されている電磁弁を説明するための模式図である。

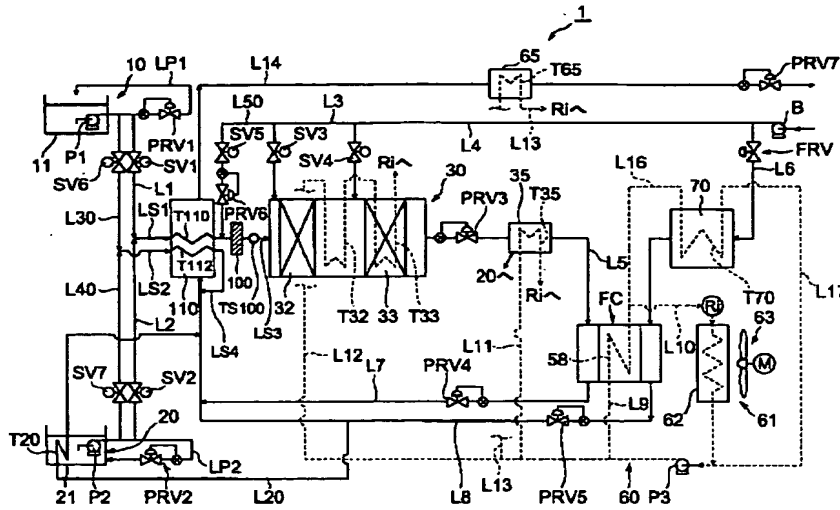
【図6】図1に示す燃料電池装置の制御ブロック図である。

【図7】図1に示す燃料電池装置の制御手順を説明するためのフローチャートである。

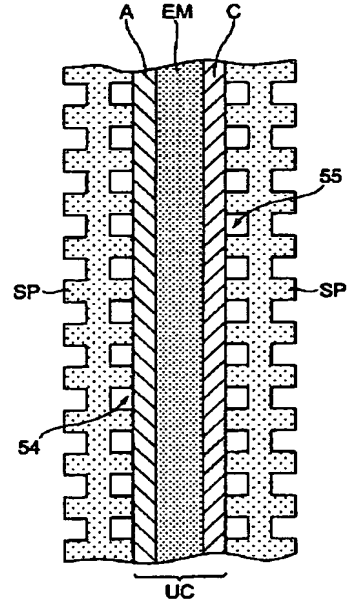
#### 【符号の説明】

1…燃料電池装置、10…燃料供給部、11…燃料タンク、20…水供給部、21…水タンク、30…改質装置、32…改質部、33…選択酸化部、35…凝縮器、40…スタック、41a…アノード集電板、41b…カソード集電板、42…絶縁板、43…スタック締付板、44a、44b…フランジ、45…膜板、47a…燃料ガス入口、47b…空気入口、48a…アノード排ガス出口、48b…カソード排ガス出口、49a…冷却媒体入口、49b…冷却媒体出口、50a、50b、51a、51b、56、57…開口部、52、53…溝、54…燃料ガス流路、55…空気流路、58…冷却流路、60…冷却系統、61…ラジエータ、65…熱交換器、70…熱交換器、80…弁本体、81…弁入口、82…弁出口、83…流路、84…弁座、85…弁体、86…可動鉄心、87…電磁コイル、88…定電圧電源装置、90…制御装置、92…ROM、93…RAM、94…入出力ポート、95…記憶装置、100…昇温部、110…蒸発部、A…アノード、B…プロア、C…カソード、Co…コンデンサ、EM…電解質膜、FC…燃料電池、FRV…空気流量調整弁、L1…燃料ライン、L2…改質用水ライン、L3、L4…空気ライン、L5…燃料ガス供給ライン、L6…空気供給ライン、L7…アノード排ガスライン、L8…カソード排ガスライン、L9、L11、L12、L13、L16…冷却媒体ライン、L10、L17…冷却媒体戻りライン、L14…排ガスライン、L19…燃料ガスバイパスライン、L20…予熱ライン、L30…燃料ライン、L40…水ライン、L50…空気ライン、LP1、LP2…圧力調整ライン、LS1、LS2、LS3、LS4…燃料供給ライン、P1…燃料ポンプ、P2…水ポンプ、P3…冷却媒体循環ポンプ、PG1、PG2、PG3、PG4、PG5、PG6、PG7…パルス発生装置、PRV1、PRV2、PRV3、PRV4、PRV5、PRV6、PRV7…圧力調整弁、R…抵抗、Ri…冷媒入口、UC…単セル、SP…セパレータ、SV1、SV2、SV3、SV4、SV5、SV6、SV7…電磁弁、T32、T33、T35、T70、T110、T112…伝熱管、Tr1、Tr2、Tr3、Tr4、Tr5、Tr6、Tr7…トランジスタ、TS100…温度センサ。

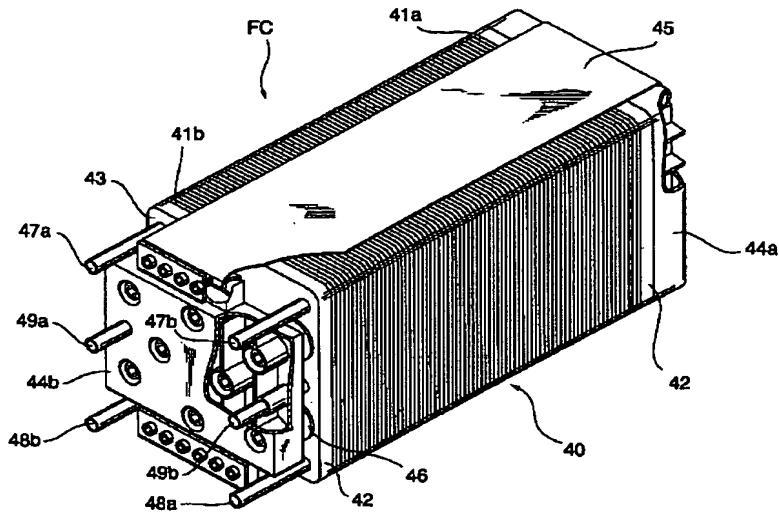
【図 1】



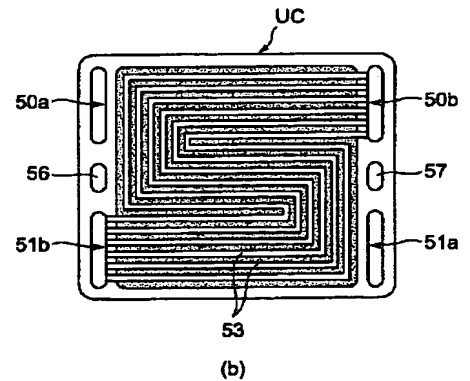
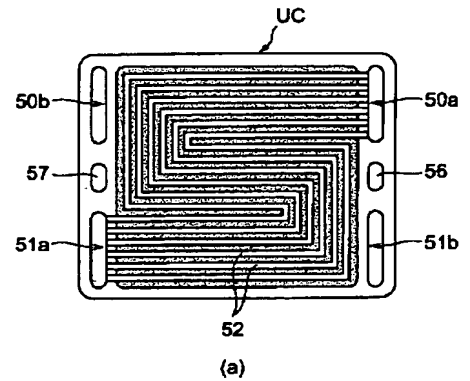
【図 3】



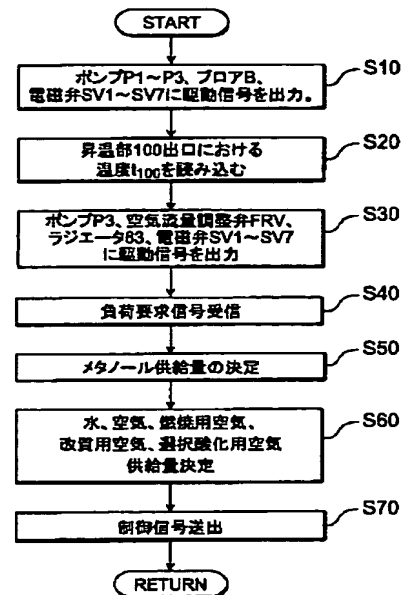
【図 2】



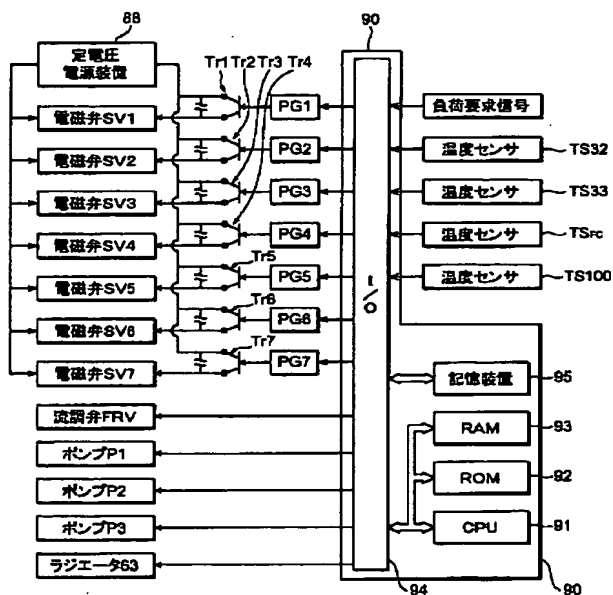
【図 4】



【図 7】



【図 6】



F ターム(参考)

4G040	EA03	EA06	EB03	EB14	EB23
	EB31	EB32	EB43		
5H026	AA06	AA08	CC03	CC08	
5H027	AA06	AA08	BA09	BA10	DD00
	KK42	KK44	MM12	MM13	